جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للمناهج



علم الأحياء

للصف الخامس العلمي

تأليف

أ.د. حسين عبد المنعم داود

أ.د. نصر فرحان عبدالله

أ.د. نهلة عبد الرضا البكري

أ.م.د. مازن نواف عبود

رابحة إسماعيل الشاهين

حسين علي أحمد

الطبعة العاشرة

١٤٤٥هـ/ ٢٠٢٣م

المشرف العلمي على الطبع

م.م نـور زامل رشيد

المشرف الفني على الطبع

وديان جابر عبيد

تصميم

ظافـــر عبيـــد رومـي









مقدمة

يعد قطاع التعليم الرافد الذي تستقي مخرجاته جميع مؤسسات ودوائر الدولة، بالشكل الذي يمكن القول معه أن جوانب المعرفة والقيم التربوية التي يكتسبها الطالب خلال مراحل الدراسة المختلفة سوف تؤثر بشكل وآخر في توجهات وعمل مؤسسسات الدولة، ومن هذا المنطلق فقد دأبت وزارة التربية على تغيير المناهج الدراسية حيثما تطلبت الحاجة، وذلك من أجل مواكبة التطورات العلمية وتحديث المعلومة المقدمة للطالب بغية تطوير قدراته التي ستوظف مستقبلا من أجل خدمة الوطن العزيز.

لقد روعي أن يتناول هذا الكتاب مدخلاً مهما في علم الأحياء الا وهو المدخل التشريحي والوظيفي وأختيرت مفرداته لتعالج العلاقة بين التركيب التشريحي والوظيفة وتم التدرج في توضيح هذه العلاقة بدءا من الأحياء الواطئة ووصولا الى أعلى درجات الرقي في البناء التشريحي والوظيفي الممثلة لهذه العلاقة في الأنسان. ولقد عولجت هذه العلاقة في مختلف أجهزة الجسم بأسلوب بسيط ومدعم بالأشكال والصور التوضيحية، وتم التدرج في توضيح المعلومة بالشكل الذي تتضح من خلال عملية التآزر بين أجهزة الجسم المختلفة لأنجاز الوظائف بشكل متكامل وبما يديم أستمرارية عمل الأجهزة كلٍ على حدة، أو بتداخل البعض مع البعض الآخر. كما روعي أن يتضمن الكتاب بعض المعلومات الأثرائية للطالب بغية تنمية الأستقصاء والتساؤل لدى الطالب.

كلنا أمل أن نكون قد وفقنا في تقديم اضافة للمعرفة لطلبتنا من أجل تنمية جيل علمي واع مساير لتطورات العلم والتكنولوجيا ومزود بالقيم السليمة والاتجاهات العلمية وأساليب التفكير الحديثة ليكونوا أفرادا عاملين منتجين.

المؤلفون



ارشادات بيئية

* بيئة نظيفة تعني حياة افضل.
* عندما تكون للبيئة اولوية... البيئة تدوم .
* الماء شريان الحياة فحافظ عليه من التلوث .
* حماية البيئة مسؤولية الجميع فلنعمل لحمايتها.
* البيئة ملك لك ولاجيالك القادمة فحافظ عليها من التلوث .
* لنعمل من أجل بيئة افضل ووطن أجمل .
* من أجل بيئة أجمل ازرع ولا تقطع .
* حافظ على بيئتك لتنعم بحياة افضل .
* بيئة الانسان مرآة لوعيه .
* لنعمل معا... من أجل عراق خال من التلوث .
* يد بيد من أجل وطن اجمل..
* بيئتك حياتك... فساهم من اجل جعلها مشرقة .
* البيئة بيتنا الكبير... فلنعمل على جعله صحيا ونظيفا .

الفصل الأول 1

ألتغذية والهضم (Nutrition & Digestion)



المحتويات

1-1	مقدمة
2-1	التغذية في الاحياء وحيدة الخلية
3-1	التغذية في النباتات
4-1	التغذية في الحيوانات
	أسئلة الفصل

النواتج التعليمية

يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرف مفهوم التغذية.
2. يعرف البناء الضوئي.
3. يقارن بين تفاعلات الضوء وتفاعلات الظلام في عملية البناء الضوئي.
4. يبين دور البلاستيدات الخضر في عملية البناء الضوئي.
5. يبين اهمية الصبغات في عملية البناء الضوئي.
6. يوضح اهمية الماء وثنائي أوكسيد الكاربون في عملية البناء الضوئي
7. يعرف مفهوم البناء الكيميائي.
8. يعرف مفهوم التغذية في الحيوانات.
9. يتعرف على ميكانيكيات التغذية لدى الحيوانات.
10. يعرف الهضم ويبين انواعه لدى الحيوانات.
11. يبين الهضم داخل الخلية.
12. يقارن بين القناة الهضمية المكتملة وغير المكتملة.
13. يوضح مفهوم الحركة في القناة الهضمية.
14. يبين اهمية عصارة الصفراء وعصارة البنكرياس في عملية الهضم.
15. يتعرف على هرم الدليل الغذائي.



التغذية والهضم (Nutrition and Digestion)

1-1. مقدمة

تحتاج جميع الكائنات الحية نباتات كانت ام حيوانات وعلى راسها الانسان إلى الطاقة اللازمة للمحافظة على نظامها وكيانها المعقد، والكائن الحي يكتسب هذه الطاقة من البيئة المحيطة به ويحولها إلى مركبات اقل تعقيداً عبر تكسير روابطها واطلاق الطاقة منها.

وتعد الشمس المصدر الاساسي للطاقة التي تستمد منها الحياة على سطح الارض، إذ تمتص جزيئات الكلوروفيل (اليخضور) في النباتات اشعة الشمس وتحولها إلى طاقة غذائية. وتعتبر النباتات من الكائنات الحية ذاتية التغذية (Autotrophic) إذ تتطلب فقط الحصول على مركبات غير عضوية مثل الماء وثنائي اوكسيد الكاربون والاملاح من البيئة المحيطة لتنتج مواد ضرورية لعملية النمو، ولابد من الاشارة هنا إلى ان معظم الكائنات ذاتية التغذية هي من حاملات الكلوروفيل (اليخضور) بالرغم من ان بعض انواع البكتريا ذات تغذية كيميائية* (Chemotrophs). وفي اتجاه آخر تعد جميع الحيوانات تقريباً من الكائنات متباينة التغذية (Heterotrophic)، إذ تعتمد على المركبات العضوية الجاهزة من النباتات لكي تستمد الطاقة التي تستعملها لاحقاً في النمو والتكاثر والحفاظ على النوع، وعادة مايكون غذاء الحيوانات ممثلاً بأنسجة الكائنات الحية الاخرى المعقدة والتي غالباً ما تحتاج هذه الحيوانات إلى هضمها وتكسيرها إلى جزيئات ذائبة صغيرة بالشكل الذي يسهل امتصاصها.

* التغذية الكيميائية: وهي عملية التغذية التي يحصل فيها الكائن الحي على الطاقة من التفاعلات الكيميائية غير العضوية.

1-2. التغذية في الاحياء وحيدة الخلية

تضم الاحياء وحيدة الخلية احياء ذاتية التغذية (Autotrophs)، واخرى متباينة التغذية (Heterotrophs)، وذلك تبعاً لامكانية تكوينها أو تخليقها لمكوناتها العضوية من مواد غير عضوية او ضرورة حصولها على الجزيئات العضوية المصنعة من قبل حيوانات اخرى.

تستعمل الاحياء الاولية ذاتية التغذية الطاقة الضوئية لكي تصنع جزيئاتها العضوية، ولكن غالباً ما تكون هي ايضاً بلعمية التغذية (Phagotrophs)، واوزموزية التغذية (Osmotrophs).

تعد افراد رتبة اليوغلينا (Euglenida) هي الوحيدة التي تحتوي بعض النماذج التي تستعمل الطاقة الضوئية في صنع غذائها وبعضها اوزموزي التغذية وهناك انواع اخرى بلعمية التغذية.

تتضح في انواع اليوغلينا اختلافات كبيرة في قدرتها الغذائية، فبعضها يحتاج الى جزيئات عضوية معينة سابقة التكوين حتى ولو كان ذاتي التغذية، والبعض الاخر يفقد بلاستيداته الخضر اذا ما بقي في الظلام، ومن ثم فإنه يصبح اوزموزي التغذية بصورة دائمة.

تتضمن التغذية في الاحياء وحيدة الخلية ما يعرف بالبلعمة الخلوية (Phagocytosis) (شكل 1-1)، وفيها يحصل انثناء لغشاء الخلية حول حبيبة أو جزيئة الطعام، ويزداد الانثناء لتصبح الحبيبة محاطة بغشاء داخل الخلية، لتتكون الفجوة الغذائية (Food Vacuole)، وبعد ذلك تلتحم هذه الفجوة الغذائية بالاجسام الحالة (Lysosomes) التي تتمثل بحويصلات صغيرة تحوي انزيمات هاضمة تصبها في الفجوة الغذائية، وعندها يبدأ الهضم لمحتويات الفجوة الغذائية، والمواد المتبقية (غير المهضومة) تطرح الى الخارج من خلال عملية الاخراج الخلوي (Exocytosis)، ثم تعود لتتحد الفجوة مع غشاء الخلية السطحي.

أضف الى معلوماتك

* الاوزموزية (Osmosis):
تعرف الاوزموزية بانها حركة جزيئات السائل خلال غشاء نصف ناضح (منفذ)، اذ نجد ان السائل ينتقل فيما بين المحتوى الداخلي للخلية والمحلول المحيط بها.

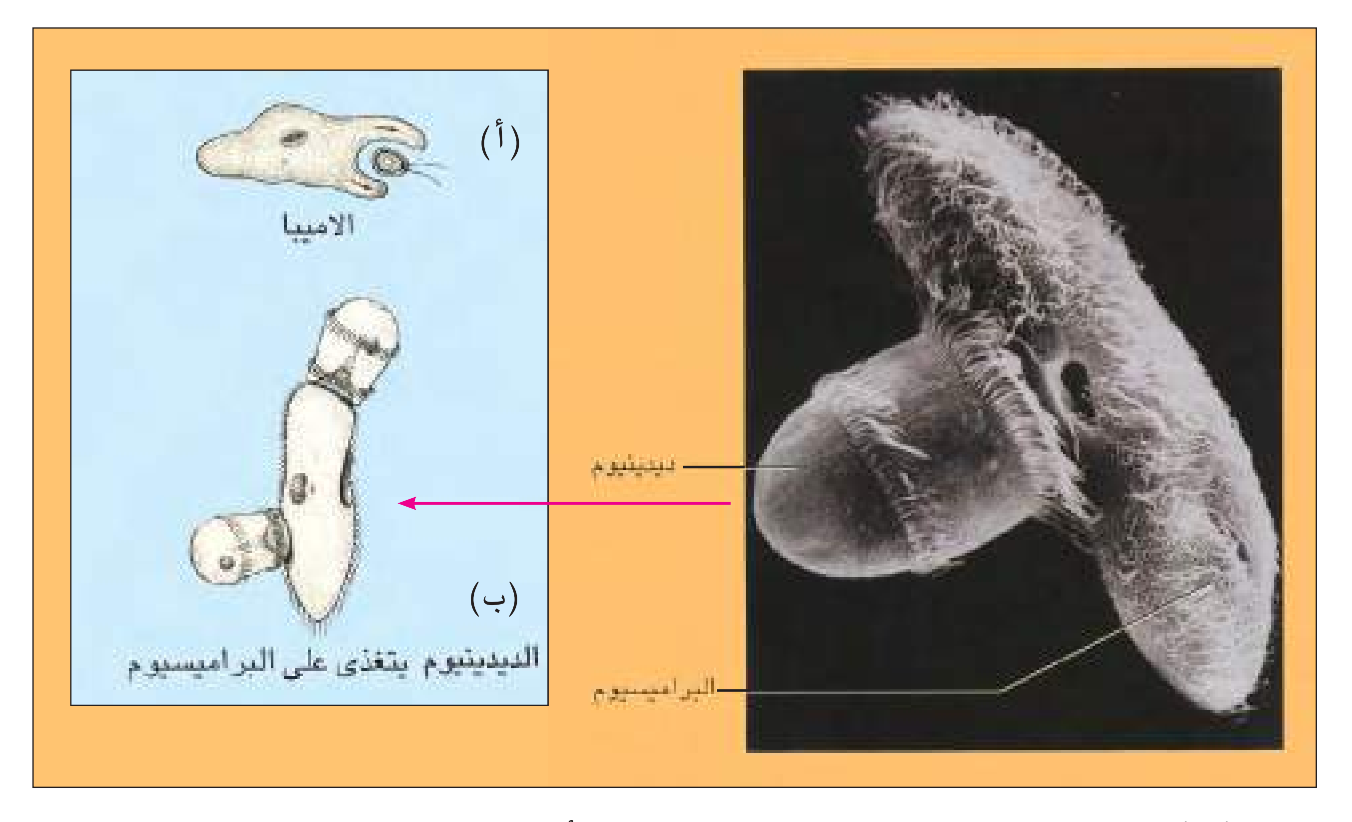
* **الشرب الخلوي** (Pinocytosis) **والبلعمة او الالتهام** (Phagocytosis):
هناك خلايا مثل خلايا الدم البيض وخلايا بطانة الامعاء وغيرها من الخلايا يمكنها ادخال المواد الى السايتوبلازم عن طريق تكوين جيوب او انبعاجات داخلية في الغشاء الخلوي تعمل على احتواء المواد ثم ادخالها الى السايتوبلازم.

تتم التغذية الرمية بعملية الادخال او الشرب الخلوي (Pinocytosis)، او بانتقال المواد الذائبة مباشرة .

وقد يتم الانتقال المباشر للمواد عبر غشاء الخلية بوساطة عملية الانتشار (Diffusion)، وربما يكون الانتشار قليل الاهمية في الاحياء وحيدة الخلية او تنعدم اهميته باستثناء بعض الانواع المتعايشة داخلياً (مثل الطفيليات)، ويمكن لبعض جزيئات الطعام المهمة، مثل الكلوكوز والاحماض الامينية، ان تدخل الى الخلية بعملية النقل الفعال.

هل تعلم

ان النقل النشط او الفعال يعمل على دخول المواد بمعدل يتوافق واحتياجات الخلية وهو ضروري لاستمرار حياة الكائن الحي.



شكل (1-1) بعض طرائق التغذية في الاحياء وحيدة الخلية، (أ) اميبا تحيط بحيوان سوطي صغير بوساطة اقدامها الكاذبة، (ب) الديدينيوم، وهو كائن حي هدبي يتغذى على البراميسيوم فقط إذ يبتلعه عن طريق فم خلوي مؤقت في مقدمته الامامية، وفي بعض الاحيان يتغذى اكثر من ديدينيوم على براميسيوم واحد.

3-1. التغذية في النباتات

1-3-1. البناء الضوئي (Photosynthesis):

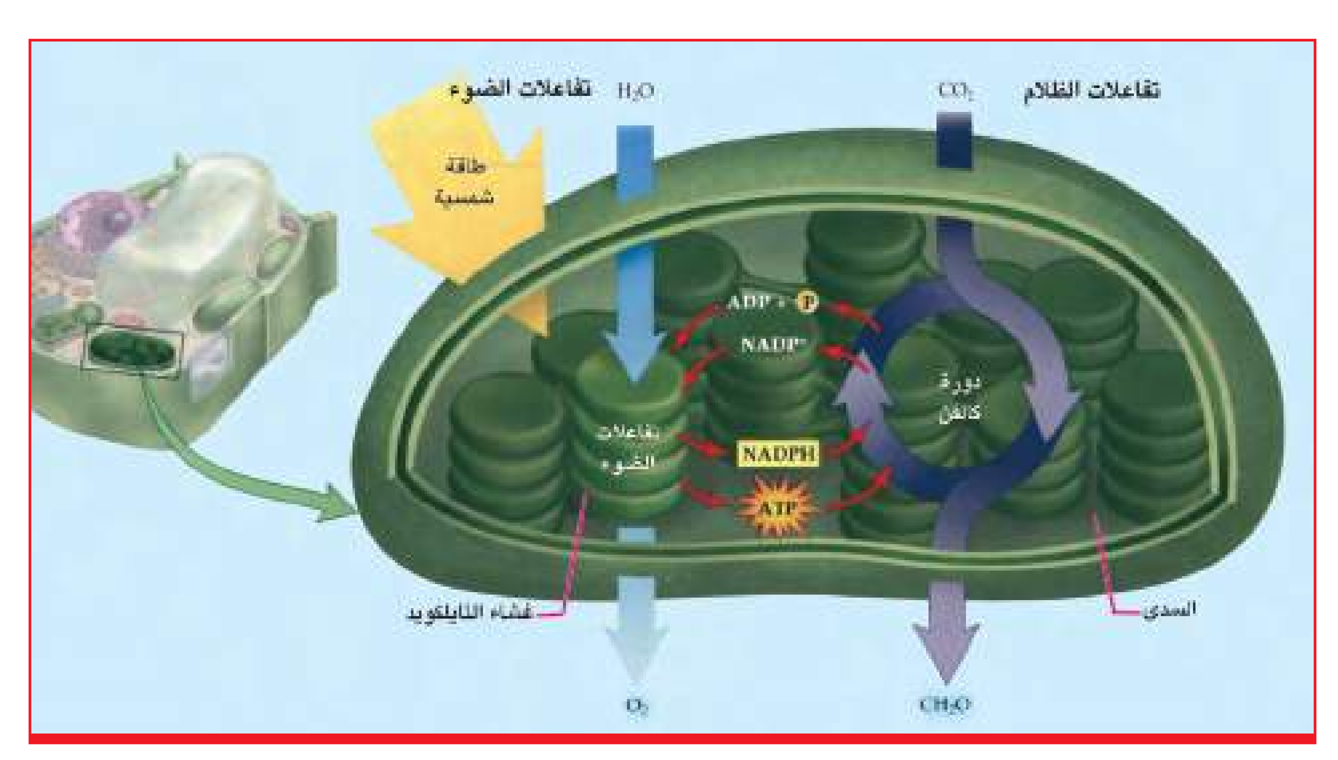
تتضمن عملية البناء الضوئي استعمال الطاقة الضوئية لتحويل ثنائي أوكسيد الكاربون (CO_2) والماء إلى سكر ومركبات عضوية اخرى، وهذه العملية غالباً ما تتلخص بالصيغة الكيميائية الآتية:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

نشاط

هل تقوم الفطريات بعملية البناء الضوئي؟ أبحث

ان مجمل هذه العملية في الظروف التجريبية يحدث بمجموعتين من التفاعلات بحسب رأي العالم بلاكمان (Blackman)، اطلق عليهما تفاعلات الضوء (Light reactions) وتفاعلات الظلام (Dark reactions) أو ما يعرف بتفاعلات دورة كالفن (Calvin Cycle reactions)



شكل (1-2) مخطط عام لعملية البناء الضوئي (تفاعلات الضوء وتفاعلات الظلام او ما يعرف بدورة كالفن).

أولاً: تفاعلات الضوء:

يمتص اليخضور (الكلوروفيل Chlorophyll)الموجود ضمن غشاء الثايلكويد (Thylakoid Membrane)في البلاستيدة(شكل 1-2)، الطاقة الضوئية ونتيجة لذلك تتهيج جزيئات الكلوروفيل وينطلق منها الكترون محمل بالطاقة، ثم ينتقل هذا الالكترون خلال سلسلة من مركبات عضوية تعرف بالناقلات، وفي اثناء انتقاله يفقد الطاقة التي امتصها من الضوء وذلك لاستعمال هذه الطاقة في انتاج المركب العضوي الذي يعرف ادينوسين ثلاثي الفوسفات (Ad - nosine -triphosphate) ومختصره (ATP) وبهذه العملية تكون الطاقة الضوئية قد تحولت إلى طاقة كيميائية ممثلة بالمركب الكيميائي (ATP).

كما تتضمن تفاعلات الضوء تحلل الماء إلى هيدروجين (H) وغاز الأوكسجين (O_2)حيث يعمل الأول (الهيدروجين) على اختزال المركب العضوي المعروف Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate ومختصره (NADP)،حيث يتحول إلى (NADPH) وهذا يعد مركباً عضوياً مختزلاً قوياً، ويمكن التعبير عن التفاعلات الضوئية بالشكل الآتي:

طاقة ضوئية Solar Energy	←	طاقة كيميائية Chemical Energy (ATP،NADPH)

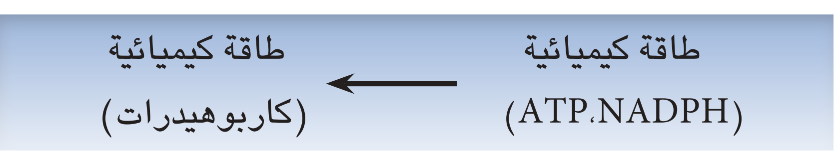
وكلا المركبين الناتجين يمثلان مركبين هاميّن لتفاعلات الظلام (تفاعلات دورة كالفن).

هل تعلم ؟

تعتمد كل خلية ونسيج وكائن حي بصورة كلية على سيل الطاقة الضوئية الواردة من الشمس، وتقتنص هذه الطاقة اول الامر من قبل الاحياء وبصورة خاصة النباتات التي تقوم بعملية البناء الضوئي، حيث تتحول هذه الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية نافعة للعمل الخلوي، وقسماً من هذه الطاقة يستعمل مباشرةً من قبل الاحياء لغرض ادامة الخلية والنمو في حين يخزن القسم الآخر بشكل جزيئات سكرية لضمان مصدر مستقر للطاقة في جسم الكائن الحي.

ثانياً: تفاعلات الظلام (دورة كالفن):

تتم تفاعلات الظلام داخل سدى (Stroma) البلاستيدات الخضر، وهي تفاعلات لاتحتاج إلى ضوء مباشرةً إذ تعتمد على نواتج التفاعلات الضوئية سابقة الذكر (ATP،NADPH) وفي هذه التفاعلات يحصل اختزال لثنائي أوكسيد الكاربون (CO_2) عن طريق سلسلة من التفاعلات المغلقة تعرف بدورة كالفن (Calvin's Cycle) (شكل 1-3) نسبة إلى العالم (كالفن) وفيها يستخدم كل من (ATP) و (NADPH) المتكونين في تفاعلات الضوء لاجل عملية الاختزال وينتج من هذه السلسلة من التفاعلات الكاربوهيدرات وجزيئات عضوية أخرى ويمكن التعبير عنها كالآتي:



النواتج الايضية لدورة كالفن	
RuBP	ribulose - 1.5 - bisphosphate
3PG	3 - phosphoglycerate
BPG	1.3 - biphosphoglycerate
G3P	glyceraldehyde - 3 - phosphate

شكل (1–3). تفاعلات الظلام (دورة كالفن).

هل تعلم ؟

ان الطاقة المخزونة في جسم الكائن الحي تكون بصورة مستقرة لدرجة امكن معها خزنها لدهور طويلة ولاتزال ممكنة الاستعمال، وهذا ما يتضح اليوم حيث يستعمل الفحم والنفط وهو مستودعات للطاقة بنيت من عملية البناء الضوئي منذ ملايين السنين التي خلت.

1-3-2. البلاستيدات الخضر:

تحتوي الاحياء القادرة على انجاز عملية البناء الضوئي على البلاستيدات الخضر (Chloroplasts)، وهي عبارة عن تراكيب معقدة غنية بالاغشية، وتمثل مركز عملية البناء الضوئي (شكل 1–4 و 1–5).
والبلاستيدات الخضر متباينة في مظهرها تباين الخلايا، فمنها مايكون مفرداً كأسي الشكل، وتشغل ما يقرب من نصف حجم بعض الاحياء ذات الاسواط احادية الخلية، ومنها ما هو شريطي لولبي كما هو الحال في الطحالب الخيطية، وقد تكون نجمية أو بشكل صفائح مثقبة كما هو الحال في العديد من الطحالب. تحاط البلاستيدة الخضراء بغشاء

ثنائي الطبقة، والغشاء الداخلي غالباً ما يكون ذا طيات ويطلق على الطيات الداخلية بأغشية السدى (Stroma Me - brane) تنطوي هذه الاغشية في مناطقَ معينةٍ على نفسها إلى الخلف مكونة صفوفًا متوازيةً من اكياس مسطحة تبدو كالعملة (النقود المعدنية) ومكونة تركيباً يعرف بالكرانوم (Granum) ويطلق على الكرانوم الواحد بمحتوياته بقرص الثايلكويد (Thylakoid Disk)، وتحتوي المادة الواقعة ضمن قرص الثايلكويد على جزيئات الصبغة والانزيمات وحوامل الالكترون المساهمة في اقتناص واستعمال الطاقة الضوئية.

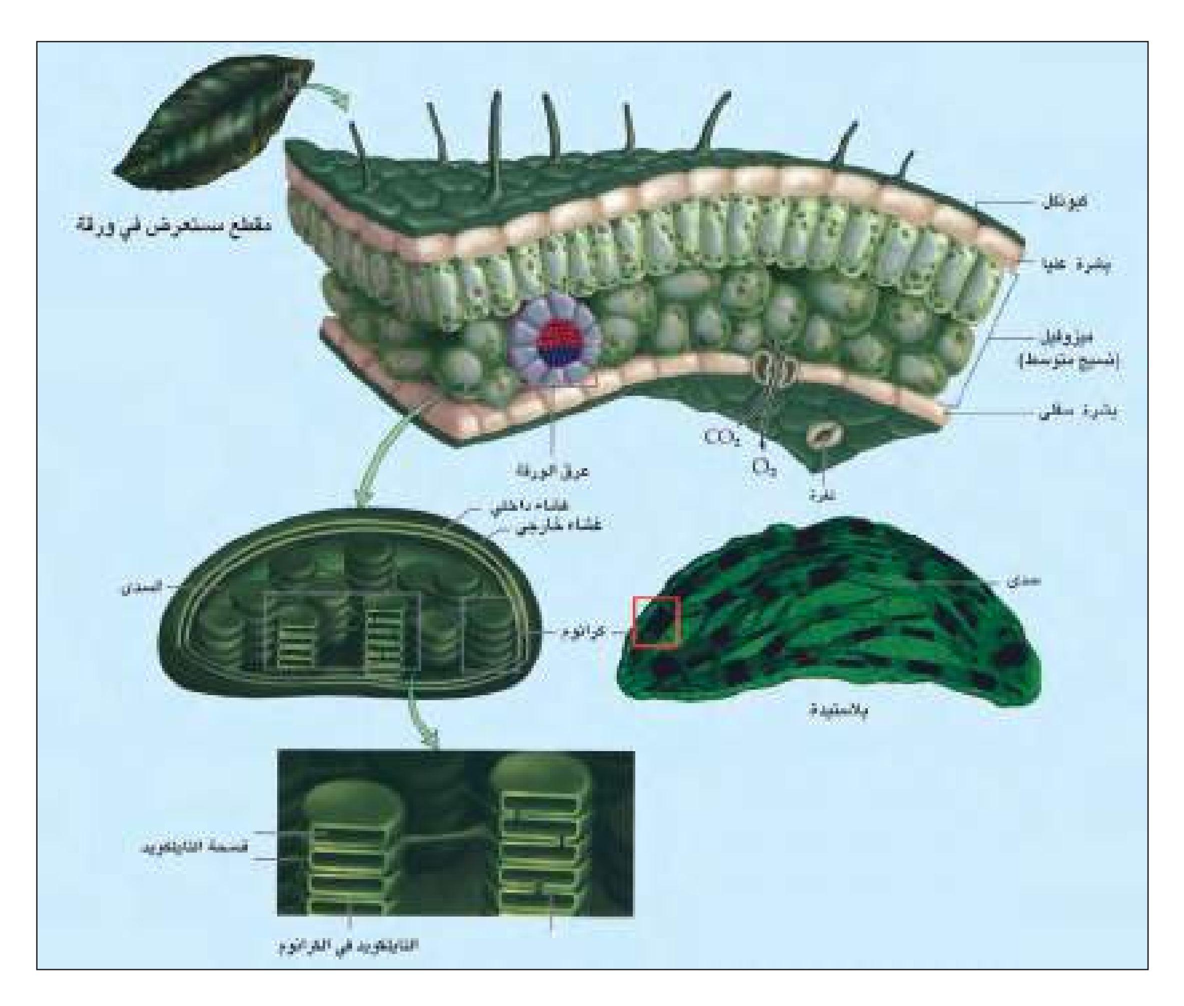
نشاط:

افحص شريحة جاهزة في المختبر لخلية نباتية، هل تستطيع أن تميز البلاستيدات الخضراء؟ وكيف تبدو؟ إرسم ماشاهدته في دفترك.



البلاستيدات الخضر في نبات البصل

شكل (1-4). احياء قادرة على انجاز البناء الضوئي، (أ) الطحالب الخضر المزرقة (Cyanobacteria) كما في الاوسيلاتوريا، (ب) الطحلب(kelp) (جـ) الاشجار المختلفة مثل السيكويا (Sequoia)



شكل (1-5). تركيب البلاستيدة الخضراء

1-3-3 . صبغات البناء الضوئي (Photosynthetic Pigments)

تتمثل الصبغات بجزيئات قادرة على ان تمتص الموجات الضوئية، ومعظم الصبغات تمتص فقط بعض الاطوال الموجية وتعكس أوتنقل اطوال موجية اخرى. والصبغات الموجودة في البلاستيدات قادرة على امتصاص تنوع أو طيف من الضوء المرئي، وهذه العملية تدعى طيف الامتصاص (Absorption Spectrum).

تختلف الاحياء القادرة على انجاز البناء الضوئي بأختلاف نوع الكلوروفيل الموجود فيها. وفي النباتات نجد ان الكلوروفيل (أ) والكلوروفيل (ب) يؤديان دوراً دقيقاً في البناء الضوئي، في حين تلعب صبغة الكاروتينويد (اشباه الكاروتين) (Carotinoids) دوراً اضافياً في هذه العملية.

ان كلا نوعي الكلوروفيل (أ و ب) يمتصان الضوء البنفسجي

هل تعلم ؟

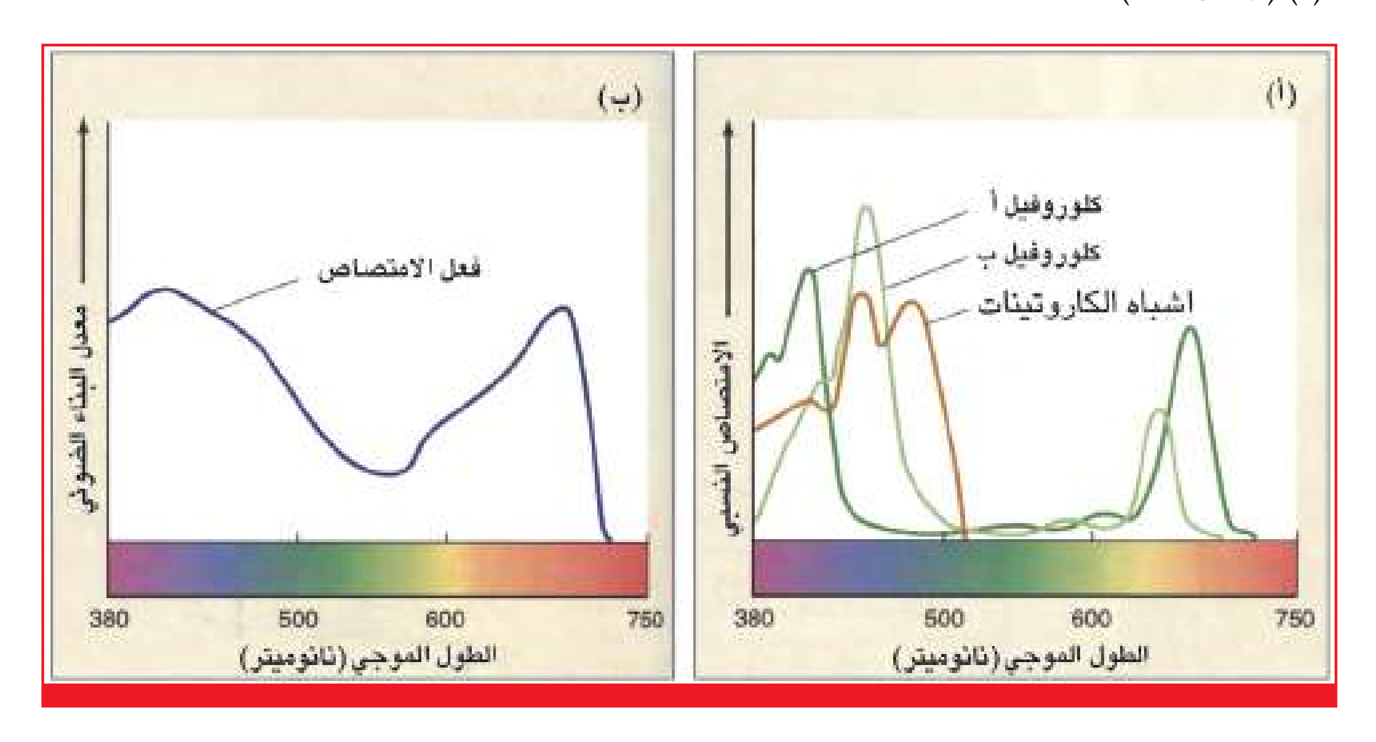
يصل إلى الارض من الشمس فقط 42٪ من الطاقة الضوئية يُستنفذ منها 1-2٪ بعملية البناء الضوئي. والباقي يمتص أو يتحول إلى المحيط الجوي ويصبح حرارة.

والأزرق والأحمر افضل الوان الضوء، بسبب ان الضوء الاخضر ينتقل وينعكس بوساطة الكلوروفيل، ونتيجة لذلك تظهر لنا أوراق النباتات خضر. واشباه الكاروتينات التي تكون بلون اصفر وبرتقالي قادرة على امتصاص الضوء بمديات بنفسجي – ازرق– اخضر. وهذه الصبغات تصبح غير متميزة في فصل تساقط الأوراق (شكل 1-6).

تحوي البلاستيدات الخضر فضلاً عن نوعي الكلوروفيل (أ و ب) واشباه الكاروتينات صبغات اخرى مثل الزانثوفيل (Xanthophylls $C_{40}H_{56}O_2$) وهي مركبات دهنية لاتذوب في الماء وتتخذ لوناً اصفر وبنياً أو أحمر، الا ان الوانها لاتظهر بسبب تغلب اللون الاخضر للكلوروفيل عليها ولكن تتضح هذه الالوان خلال فصل الخريف حيث يتحلل الكلوروفيل ويظهر اللون الاصفر والبني. وهناك مجموعة من الصبغات الاخرى المساعدة تسمى الفايكوبلينات (Phycobilins) وهي مركبات بروتينية تذوب في الماء وتتخذ اللون الازرق والاحمر وتعمل جميعها على امتصاص الطاقة الضوئية ونقلها إلى الكلوروفيل (أ) (جدول 1-1).

أضف إلى معلوماتك

تعد البلاستيدات من اهم المكونات السايتوبلازمية في الخلية النباتية ومهمتها في النبات التفاعل الضوئي وهي تحوي الكرانوم (Granum) وتختص بالتفاعل الضوئي لانتاج الطاقة أما السدى (Stroma) فهو الجزء الذي يثبت ثنائي اوكسيد الكاربون من الجو الى مركبات عضوية.



شكل (1-6). صبغات البناء الضوئي. يحتوي الضوء المرئي طاقة تختلف تبعاً لاطوالها الموجية ولونها. (أ) صبغات البناء الضوئي في الكلوروفيل (أ) و (ب) واشباه الكاروتينات تمتص بعض الاطوال الموجية ضمن الضوء المرئي، وهذا يدعى طيف الامتصاص، (ب) تأثير الطيف للبناء الضوئي في النباتات ونعني به الاطوال الموجية المستخدمة عند حصول عملية البناء الضوئي (للاطلاع).

جدول (1 – 1) صبغات البناء الضوئي (للاطلاع)

الصبغات الرئيسة	اللون	الكائن الحي
الكلوروفيل (Chlorophylls)	اخضر مزرق	النباتات ، الطحالب الخضر ، الطحالب الخضر المزرقة
الكلوروفيل البكتيري (Bacteriochlorophylls)	اخضر	البكتريا الخضراء ، البكتريا البنفسجية
الصبغات الاضافية	**اللون**	**الكائن الحي**
اشباه الكاروتينات (Carotinoids)	احمر ، برتقالي اصفر	نباتات ، طحالب ، بكتريا
الزانثوفيل (Xanthophylls)	احمر، اصفر	نباتات ، طحالب ، بكتريا
فوكوزانثين (Fucoxanthin)	بني	طحالب بنية ، دايتومات ، سوطيات
فايكوسيانين (Phycocyanin)	ازرق	طحالب حمر ، طحالب خضر مزرقة
فايكوارثرين (Phycoerythrin)	احمر	طحالب حمر
بكتريورودوبسين (Bacteriorhodopsin)	بنفسجي	بكتريا قديمة

1-3-4. المواد الأولية لعملية البناء الضوئي:

تتضمن عملية البناء الضوئي تحويل المواد الأولية غير العضوية البسيطة وهي الماء وغاز ثنائي اوكسيد الكاربون إلى مواد عضوية معقدة التركيب. وتدخل في هذه العملية العديد من المواد الأولية منها:

1- الماء:

يمثل الماء مادة أولية اساسية في عملية البناء الضوئي في جميع الاحياء التي تقوم بعملية البناء الضوئي، ففي النباتات المائية والطحالب يدخل الماء بالانتشار خلال الجدار الخلوي مباشرة، ويصل إلى البلاستيدات الخضر التي تمثل مراكز عملية البناء الضوئي. والنباتات المائية تمتص كميات من الماء إلا ان مايستعمل منه في عملية البناء الضوئي لايتجاوز 1٪ من الماء الممتص، في حين يفقد معظم الماء عن طريق الثغور الموجودة على سطوح الأوراق خلال عملية النتح.

النباتات البرية (الارضية) تحصل على الماء من التربة بوساطة الجذور، ومن ثم ينتقل الماء بوساطة نسيج الخشب إلى السيقان والأوراق حيث ينتشر في عروق الأوراق، ومنها ينتقل إلى النسيج المتوسط (Mesophyll) الغني بالبلاستيدات الخضر، ومن ثم ينتشر الماء داخل البلاستيدات التي تمثل مراكز عملية البناء الضوئي. كذلك تقوم بعض انواع البكتريا بعملية البناء الضوئي وهي لاتستعمل الماء كمصدر للهيدروجين في هذه العملية وعوضاً عنه تستخدم مركبات اخرى مثل الكحولات البسيطة والحوامض العضوية ومواد لاعضوية مثل كبريتيد الهيدروجين (H_2S) كما في حالة بكتريا الكبريت الخضراء ويتم التفاعل كما في المعادلة الآتية:

$$2H_2S + CO_2 \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء}} 2S + (CH_2O) + H_2O$$

تذكر !

تظهر المايتوكوندريا والبلاستيدات الخضر تشابها في تركيب اغشيتها وباحتوائها على نظام وراثي مستقل وفريد عن النظام الوراثي لنواة الخلية.

وقد وضع العالم فان نيل (Van Neil) معادلة عامة لعملية البناء الضوئي وكما يأتي:

$$2H_2A + CO_2 \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء}} 2A + CH_2O + H_2O$$

إذ ان H_2A يمثل اي مركب يمكن ان يمنح الهيدروجين.

2- ثنائي أوكسيد الكاربون:

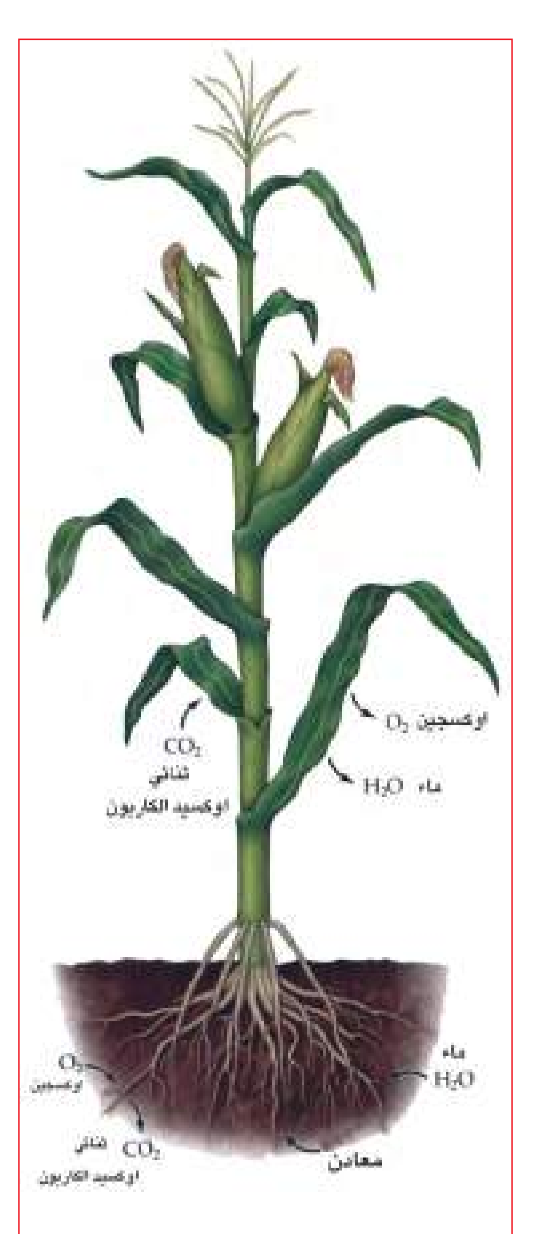
تحصل النباتات على ثنائي أوكسيد الكاربون من المحيط الخارجي، وتستعمله في عملية البناء الضوئي، إذ يدخل ثنائي أوكسيد الكاربون إلى الأوراق بصورة رئيسة عن طريق الثغور المنتشرة على سطوح الأوراق وذلك عندما يقل تركيزه داخل نسيج الورقة وينتشر خلال المسافات البينية لخلايا النسيج المتوسط، خصوصاً وانه قابل للذوبان بالماء وبالتالي فأنه ينتشر بسهولة في الجدران الرطبة للنسيج المتوسط ويصل إلى البلاستيدات الخضر أذ يشارك في عملية البناء الضوئي.

1-3-5. العوامل المؤثرة في عملية البناء الضوئي:

تؤثر العديد من العوامل في معدلات البناء الضوئي على نحو منفرد أو بتداخل عوامل متعددة ومن بين هذه العوامل ما يأتي:

1- الماء

يعد الماء جزءاً مهمًا من تفاعلات الضوء في عملية البناء الضوئي وهو يؤثر في معدلات البناء الضوئي، واذا قلت كميته يقل الهيدروجين في تفاعلات الظلام (تفاعلات دورة كالفن) من عملية البناء الضوئي، كما ان نقص الماء يعمل على تقليص الضغط الانتفاخي للخلايا الحارسة التي تقوم في مثل هذه الحالة بغلق الثغور مسببة قلة تبادل الغازات، فيقل دخول غاز ثنائي أوكسيد الكاربون إلى انسجة الأوراق ومن ثم ينخفض معدل البناء



خلاصة صنع الغذاء في النبات

يدخل غاز ثنائي اوكسيد الكاربون الى الاوراق من خلال الثغور في حين يصل الماء الى الاوراق من خلال الجذور، ويتحد كليهما خلال عملية البناء الضوئي ليكونا كاربوهيدرات، ويتحرر غاز الاوكسجين وبخار الماء من الاوراق.

الضوئي. ولا بد من الاشارة هنا إلى ان قلة الماء في خلايا نسيج الورقة يسبب انكماش الورقة ومن ثم يؤثر في حيوية البلاستيدات الخضر وعلى النحو الذي ينعكس سلباً على معدلات البناء الضوئي.

2- ثنائي أوكسيد الكاربون:

ان المصدر الرئيسي لغاز ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2 في الجو ينتج من تنفس الاحياء ومن احتراق مواد الوقود ومن بعض الينابيع المعدنية وغيرها، ويقدر تركيز غاز ثنائي أوكسيد الكاربون في الجو بحوالي (0.03%) وهو تركيز منخفض ولذا فهو يعد عاملاً محدداً في عملية البناء الضوئي، وزيادة تركيزه تؤدي إلى زيادة في معدل البناء الضوئي تحت شدة اضاءة ودرجة حرارة مثلى.

3- الضوء:

الضوء هو الآخر عامل مهم في انجاز عملية البناء الضوئي كونه مصدراً للطاقة الضرورية لهذه العملية. وتقسم النباتات تبعاً لاستجابتها لشدة الضوء على نباتات ظل ونباتات شمس، كما ان لكل نبات مدى معين لتقبل شدة الضوء يستطيع في حدوده ان ينجز عملية البناء الضوئي، واي زيادة أو نقصان عن هذا المدى يقلل من معدلات البناء الضوئي، وعادة تكون معدلات البناء الضوئي عالية في الأوراق التي تقع في قمم السيقان إذ تتوافر لها كميات ضوء اكثر من تلك الأوراق التي تقع في مناطق تكون مظللة بالفروع والأوراق الاخرى. ولطول الموجة الضوئية تأثير في معدلات البناء الضوئي إذ ان النباتات تستفيد فقط من الضوء ذي الطول الموجي الذي يمتصه الكلوروفيل، وتكون عملية البناء الضوئية على اقصاها في الاطوال الموجية الحمر والزرق وتحصل بدرجة اقل في الاطوال الموجية الصفر والبرتقالية وتنعدم تقريباً في الاطوال الموجية الخضر من طيف الضوء المرئي كون الكلوروفيل يعكس معظم الضوء الاخضر.

هل تعلم ؟

ان اكثر اشكال الكلوروفيل شيوعاً هو كلوروفيل (أ) والذي اذا ما نقي واذيب في مذيب ملائم في انبوبة اختبار فإنه يمتص في الحال ضوءاً ذا طول موجي مقداره (663) نانوميتر (ضوء احمر - برتقالي)، غير انه عندما توجد هذه الجزيئات في البلاستيدات الخضر فإن خاصيتها في الامتصاص تكون بشكل غير مماثل لوجود جزيئات اخرى في اغشية البلاستيدات الخضر تتداخل مع جزيئة كلوروفيل (أ) فتعمل على تمرير تركيبها وتقوم بامتصاص ضوء باطوال موجية تتراوح(680- 670) نانوميتر، وبمعنى آخر ان قمة امتصاصها تنحرف نحو النهاية الحمراء للطيف.

4- درجة الحرارة:

المعروف ان درجات الحرارة تؤدي دوراً فاعلاً في سرعة التفاعلات الكيميائية وهذا الدور يأتي عبر تأثير الحرارة في نشاط الانزيمات التي تتحكم بتفاعلات الظلام لعملية البناء الضوئي. على نحو عام يمكن القول ان معدلات البناء الضوئي تزداد بارتفاع درجات الحرارة ضمن مدى معين (10 – 30 ° سيليزية) مع الاخذ بنظر الاعتبار ان نباتات المناطق الباردة تجري فيها عملية البناء الضوئي بدرجات حرارة تقل عن (10 ° سيليزية)، كما ان هناك بعض الطحالب التي تعيش في الينابيع الحارة تستطيع انجاز عملية البناء الضوئي بدرجات حرارة عالية قد تصل إلى مدى (75 – 80 ° سيليزية)، وهذه الاستثناءات عن مدى درجة الحرارة المثلى يمثل تكيفات وظيفية ذات صلة بالبيئة التي تعيش فيها هذه الاحياء، ولا بد من القول ان لكل نبات درجة حرارة مثلى لانجاز عملية البناء الضوئي.

5- املاح التربة المعدنية:

نقصد بأملاح التربة المعدنية هنا بالاملاح التي تشمل عناصر معدنية وتكون لها القابلية على الذوبان في التربة مثل عناصر الحديد والمغنيسيوم والتي يؤدي نقصها في التربة إلى تقليل بناء مادة الكلوروفيل الاساسية في تفاعلات الضوء لعملية البناء الضوئي. وهناك عناصر اخرى لها دور غير مباشر على هذه العملية وعلى سبيل المثال فأن الفسفور الذي يدخل في تركيب كل من الرايبلوز ثنائي الفوسفات (Ribulose 1–5 diphosphate) وادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) وهما مركبان يشتركان في عملية البناء الضوئي. ويؤثر المنغنيز والمغنيسيوم في فعالية الانزيمات الضرورية لتفاعلات الضوء والظلام في عملية البناء الضوئي.

6- تهوية التربة:

نعني بتهوية التربة توفر الأوكسجين حول الجذور، حيث ان قلة

***المغذيات الكبيرة (للاطلاع)**

العنصر	الرمز	الحالة أو الشكل الذي يوجد فيها
كاربون carbon	C	CO_2
الهيدروجين Hydrogen	H	H_2O
الأوكسجين Oxygen	O	O_2
الفسفور Phosphorus	P	H_2PO_4 HPO_4^{-2}
البوتاسيوم Potassium	K	K^+
النتروجين Nitrogen	N	NO_3^- NH_4
الكبريت Sulphur	S	SO_4^{-2}
الكالسيوم Calcium	Ca	Ca^{+2}
المغنيسيوم Magnesium	Mg	Mg^{+2}

أو عدم توفر الأوكسجين في التربة يقلل من معدل الامتصاص للمواد الاولية وبالتالي ينعكس سلباً على معدلات البناء الضوئي في النباتات.

7- الامراض النباتية:

تؤثر امراض النباتات الفيروسية والفطرية والبكتيرية التي تصيب أوراق النباتات سلبياً في معدلات البناء الضوئي، حيث تضعف القابلية الوظيفية على نحو عام في مثل هذه الامراض ومن ثم ينعكس ذلك على عملية البناء الضوئي.

8- العوامل الملوثة للجو:

تؤثر العديد من ملوثات الهواء مثل الاتربة ودخان المصانع ورش المبيدات الوقائية تأثيراً مباشراً أو غير مباشر على عملية البناء الضوئي، فهي جميعاً تعمل على سد فتحات الثغور، من ثم التأثير في دخول غاز ثنائي أوكسيد الكاربون إلى انسجة الورقة مما يقلل معدلات البناء الضوئي.

9- العوامل الداخلية:

يقصد بالعوامل الداخلية تلك التي تدخل في تركيب الورقة ووظيفتها، إذ تشتمل هذه العوامل على تركيب الورقة من حيث سمك طبقة الكيوتكل الموجودة على بشرتها، وعدد الثغور الموجودة على سطحيها، وسمك النصل، وتركيب خلايا النسيج المتوسط وعدد البلاستيدات الخضر وكمية الكلوروفيل فيها، فضلاً عن نشاط الانزيمات الضرورية لبناء الكلوروفيل وكذلك الانزيمات العاملة في تفاعلات البناء الضوئي، وجميع هذه العوامل تؤثر بشكل أو بآخر في معدلات عملية البناء الضوئي.

*** المغذيات الدقيقة (للاطلاع)**

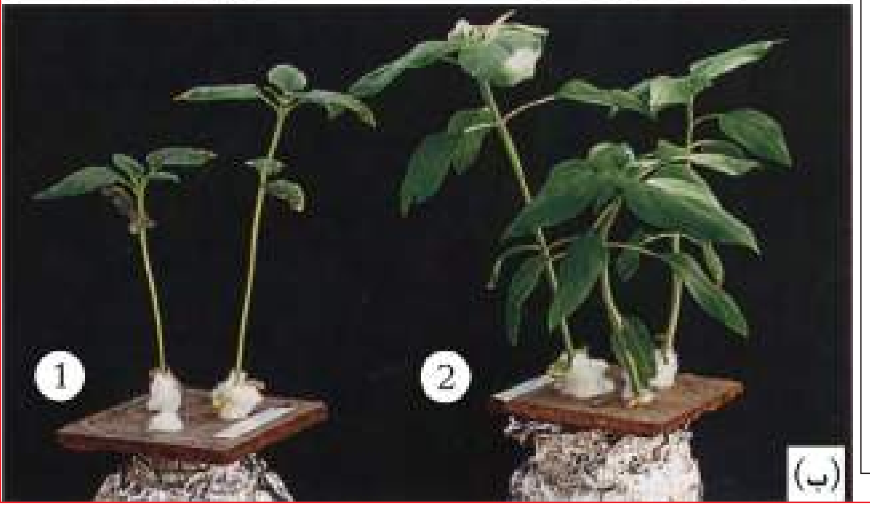
العنصر	الرمز	الحالة أو الشكل التي يوجد فيها
الحديد Iron	Fe^{2} Fe^{3}	Fe^{+2}
البورون Boron	B	BO_3^{-3} $B_4O_7^{-2}$
المنغنيز Manganese	Mn	Mn^{+2}
النحاس Copper	Cu	Cu^{+2}
الزنك Zinc	Zn	Zn^{+2}
الكلورين Chlorine	Cl	Cl^{-}
الموليبدنيوم Molybdenum	Mo	MoO_4^{-2}

6-3-1. الأوراق والبناء الضوئي:

ان المواد الخام المستعملة في عملية البناء الضوئي تتمثل بثنائي اوكسيد الكاربون والماء. والماء يدخل إلى الورقة عن طريق عروق الورقة (Leaf Veins)، اما غاز ثنائي أوكسيد الكاربون فيدخل عن طريق الثغور (Stomata)، وينتشر إلى البلاستيدات. والبلاستيدات لها جزءان رئيسان هما:

الكرانات (Grana) ومفردها كرانوم (Granum)، والصفائح الحشوية (صفائح السدى) (Stroma) (شكل1-5).





شكل (1-7) نقص التغذية في النبات

(أ) نمو النبات في محلول عديم النتروجين يكون ضعيفاً كما في نبات رقم (1) مقارنة بنمو نوع النبات نفسه في محلول مكتمل المغذيات كما في نبات رقم (2).

(ب) نمو نبات في محلول عديم الفسفور كما في نبات رقم (1) وآخر بمحلول مكتمل المغذيات كما في نبات رقم (2).

ويتضح الفرق الكبير في معدل النمو في النبات النامي بمحلول مكتمل المغذيات.

يطلق على الكرانوم الواحد مع المادة المحتوي عليها بقرص الثايلكويد (Thylakoid Disk)، الذي يحتوي على صبغات البناء الضوئي (Photosynthetic Pigments) مثل الكلوروفيل (أ) و (ب). وهذه الصبغات تمتص الطاقة الضوئية. اما السدى (Stroma) فيتمثل بفسحة مليئة بسائل وفيها يتحول ثنائي أوكسيد الكاربون انزيمياً إلى كاربوهيدرات أو سكريات.

7-3-1. البناء الكيميائي (Chemosynthesis):

تستطيع بعض انواع البكتريا صنع غذائها بنفسها عبر عملية البناء الكيميائي التي يتم بوساطتها تكوين أو بناء جزيئات عضوية من جزيئات غير عضوية وبغياب الضوء، إذ تستطيع هذه البكتريا اكسدة بعض المركبات الكيميائية اللاعضوية للحصول على الطاقة الكيميائية بديلا عن الطاقة الضوئية المستعملة في عملية البناء الضوئي، وفيما يلي امثلة لأنواع من البكتريا القادرة على انجاز البناء الكيميائي:

(أ) بكتريا النتريت (Nitrosomonas):

توجد هذه البكتريا في التربة وهي تستطيع ان تؤكسد الامونيا (NH_3) إلى نتريت (NO_2) بوساطة الأوكسجين، كما في المعادلة الآتية:

$$2NH_3 + 3O_2 \xrightarrow[\text{بكتريا النتريت}]{\text{Nitrosomonas}} 2NO_2^- + 2H_2O + 2H + \text{طاقة}$$

(ب) بكتريا النترات (Nitrobacter):

وهي نوع آخر من البكتريا التي توجد في التربة وتستطيع ان تؤكسد النتريت (NO_2^-) إلى نترات (NO_3^-) كما في المعادلة الآتية:

$$\underset{\text{نتريت}}{2NO_2} + \underset{\text{أوكسجين}}{O_2} \xrightarrow[\text{بكتريا النترات}]{\text{Nitrobacter}} \underset{\text{نترات}}{2NO_3} + \text{طاقة}$$

(جـ) بكتريا الكبريت:

يوجد هذا النوع من البكتريا في عيون المياه الكبريتية، وهي تقوم بأكسدة كبريتيد الهيدروجين (H_2S) إلى كبريت وماء، وتتولد من هذه العملية طاقة كيميائية تستخدم لاختزال CO_2 بالهيدروجين من كبريتيد الهيدروجين لتكوين مركب خازن للطاقة، كما في المعادلات الآتية:

$$2H_2S + O_2 \xrightarrow{\text{بكتريا الكبريت}} 2S + 2H_2O + \text{طاقة كيميائية}$$

كبريتيد الهيدروجين — أوكسجين — كبريت — ماء

$$2H_2S + CO_2 \xrightarrow{\text{طاقة كيميائية}} (CH_2O) + H_2O + 2S$$

كبريتيد الهيدروجين — ثنائي أوكسيد الكاربون — (كاربوهيدرات) — ماء — كبريت

ان جميع الانواع في اعلاه وما يماثلها يطلق عليها بالكائنات ذاتية التغذية - الكيميائية (Chemoautotrophs)، كونها تحصل على طاقتها الضرورية من اكسدة مركبات لاعضوية بسيطة وتستعملها في بناء مركبات عضوية.

4-1. التغذية في الحيوانات



تعد جميع الحيوانات تقريباً كائنات متباينة التغذية (Heterotrophic)، فهي تعتمد على المركبات العضوية الجاهزة من النباتات والحيوانات الاخرى لكي تستمد منها المواد التي تستعملها فيما بعد في النمو والتكاثر والحفاظ على النوع، وعادة ما يتكون غذاء الحيوانات من الانسجة المعقدة للكائنات الحية الاخرى والتي غالباً ما تكون ذات احجام كبيرة بحيث يصعب امتصاصها مباشرة بوساطة خلايا الجسم، لذا يجب هضمها لتصبح جزيئات ذائبة صغيرة بالقدر الكافي الذي يسهل معه امتصاصها.

تقسم الحيوانات على عدة مجموعات على اساس سلوكها وعاداتها في التغذية، فمنها آكلات اعشاب (Herbivorous) ومنها آكلات لحوم (Carnivorous)، وهناك ما يجمع في تغذيته الاعشاب أو النباتات ولحوم الحيوانات ويطلق عليها بالقارتات (Omniv - rous) وغير ذلك من العادات الغذائية (لاحظ جدول 1-2).

جدول (2-1) . مجاميع المتغذيات من الحيوانات

المجموعات	نوع الغذاء
آكلة لحوم (ضواري) (Carnivorous)	الحيوانات
آكلة الثمار والفواكه (Frugivorous)	الفواكه والثمار
آكلة العشب أو النبات (Herbivorous)	النباتات
آكلة الحشرات (Insectivorous)	الحشرات
القوارت (Omnivorous)	النباتات والحيوانات
آكلة الفتات العضوي (Detritivorous)	مواد عضوية غير حية (فتات عضوي)

وتعد عملية ابتلاع الطعام وتحويله إلى مواد بسيطة بوساطة عملية الهضم هي الخطوات الأولى في عملية الاغتذاء، إذ يتحول الطعام بعمليات الهضم إلى جزيئات ذائبة تمتص بوساطة الدم، وتتم أكسدة نواتج المواد الغذائية لكي يحصل الكائن الحي على الطاقة والحرارة اللازمة من هذه المواد، ومجمل هذه العمليات تسمى الأيض (Metabolism).

1-4-1. ميكانيكيات التغذية (Feeding Mechanisms):



تعد عمليات الحصول على الغذاء في معظم الحيوانات عملاً اساسياً في اثناء الحياة، ولذلك اظهرت الحيوانات العديد من التكيفات التركيبية لانجاز ميكانيكيات الحصول على الغذاء وتعددت بتعدد الانواع المختلفة من الحيوانات ومن بين هذه الميكانيكيات ما يأتي:

1. الطريقة المباشرة:

يستطيع عدد قليل من الحيوانات امتصاص الغذاء بطريقة مباشرة من البيئة المحيطة به ومثال ذلك الطفيليات التي تعيش في الدم والامعاء والتي تستطيع الحصول على غذائها بصورة جزيئات عضوية بوساطة

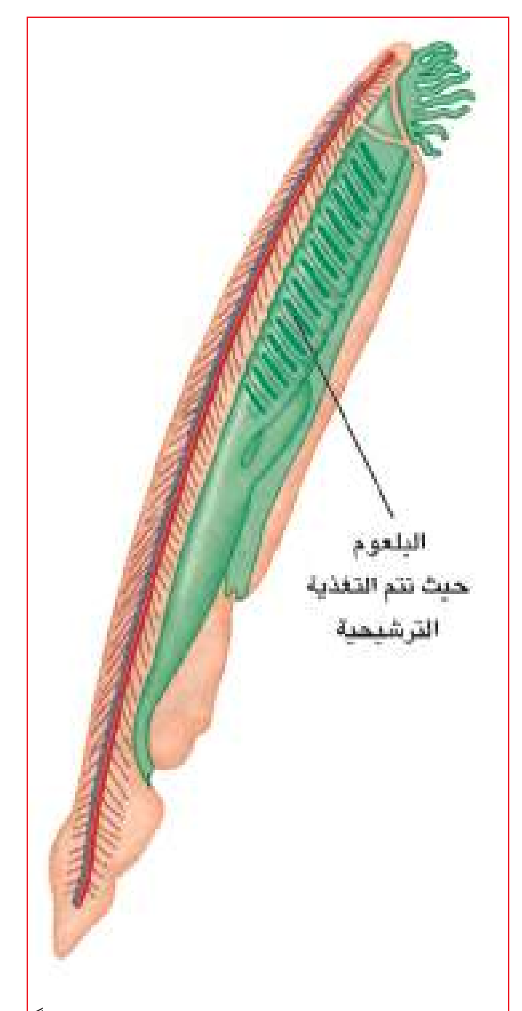
الامتصاص السطحي، كما تستطيع بعض انواع اللافقريات المائية ان تمتص جزءاً من غذائها مباشرة من المياه.


الخفاش الماص للدم يتغذى باللعق.

2. التغذية على المواد الدقيقة (الهائمات):

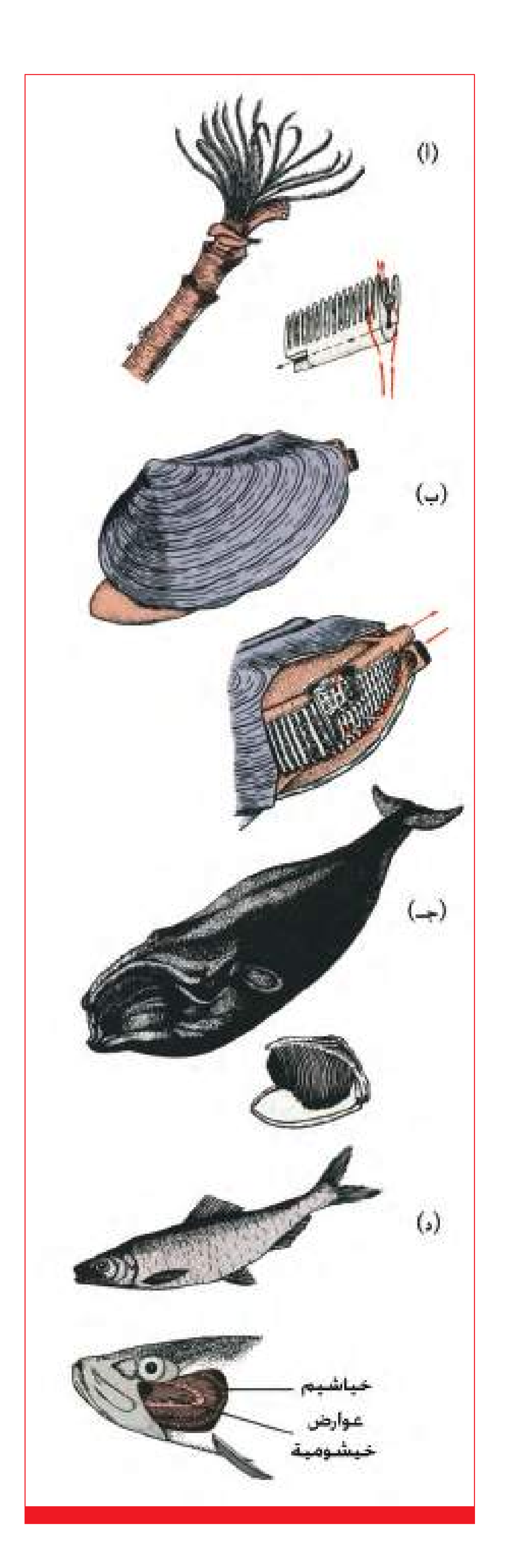
تتمثل المواد الدقيقة بالهائمات (Planktons) النباتية والحيوانية، وهي عبارة عن احياء دقيقة من الحيوان والنبات تنتشر في المحيطات والبحار وغيرها من المسطحات المائية، وعادة يصغر حجمها لدرجة انها لاتستطيع مقاومة تيارات المياه.

تفترس الهائمات أو العوالق من قبل العديد من الحيوانات التي تكبرها في الحجم من اللافقريات والفقريات، مستخدمة في ذلك طرقاً متباينة للتغذية. وتعتبر عملية التغذية الترشيحية (Filter Feeding) واحدة من اكثر طرق التغذية نجاحاً واوسعها استخداماً، وتستخدم الحيوانات التي تتغذى بهذه الطريقة تراكيب جسمية تحدث بوساطتها تيارات لتدفع الماء مع الدقائق الغذائية باتجاه الفم، كما تقوم الحيوانات اللافقرية مثل الديدان عديدة الاهلاب، والرخويات ثنائية الصدفة، نصفية ورأسية الحبل فضلاً عن العديد من الفقريات الأولية بالتقاط دقائق الطعام بوساطة الطبقة المخاطية المبطنة للجوف وتنقلها إلى القناة الهضمية. وهناك بعض الحيوانات تستخدم ارجلها المهدبة لجلب تيارات الماء مع دقائق الغذاء إلى داخل الفم كما هو الحال في العديد من القشريات (شكل 1-7).



الرميح وهو من الحبليات الاولية مثالاً نموذجياً للتغذية الترشيحية.

وهناك طريقة اخرى للتغذية على دقائق الطعام، وذلك باستغلال البقايا العضوية المترسبة التي تتراكم في القاع، وتسمى هذه الطريقة بالتغذية على الرواسب (Deposit Feeding) كما هو الحال في الديدان الحلقية شكل (8-1) والعديد من نصفية الحبل (Hemichordates)، كما تستطيع بعض الرخويات جمع الرواسب الغذائية بوساطة لواحق جسمية توصل هذه الرواسب إلى فتحة الفم.



(شكل 1-7). بعض الحيوانات ذات التغذية الترشيحية (للاطلاع). (أ) دودة حلقية بحرية (دودة مروحية Marine Fan Worm)، وهي تمتلك مجسات مهدبة لانجاز ميكانيكية التغذية، (ب) حيوان ثنائي المصراع (الصدفة) من الرخويات يستخدم خياشيمه للتغذية والتنفس، حيث ان تيار الماء يجلب جزيئات الغذاء وبمساعدة الاهداب فوق الخياشيم بأتجاه السيفون الداخل وبين الشقوق الخيشومية بالمادة المخاطية التي تغطي سطح الخياشيم، (جـ) الحوت من الثدييات الكبيرة الحجم يرشح غذائه الذي يكون بشكل اساسي ممثلاً بالقشريات الكبيرة ويستعمل في ذلك صفائح البالين حيث يوجد ما يقرب من (300) صفيحة بالين في فمه متفرقة تشكل ستاراً ممتداً من سقف الفم ويقوم اللسان الكبير بسحب القشريات إلى الداخل، (د) سمكة الرنجة هي الاخرى من المرشحات وتقوم بترشيح الهائمات بأستخدام اقواسها الخيشومية.

3. التغذية على كتل الطعام:

تعد الاطراف الامامية من اهم التحورات في الحيوان للحصول على الطعام الصلب، كذلك هناك تحورات تركيبية غالباً ما تحصل لتلائم ما يتناوله الحيوان من طعام، وفيما يأتي بعض الامثلة في هذا المجال:

(أ) يستطيع العديد من الحيوانات اللافقرية ان يقلل من حجم الغذاء الذي يتناوله باستعمال اجهزة تقطيع خاصة مثل اجزاء الفم القاطعة التي توجد في الكثير من انواع القشريات.

(ب) تمتلك الحشرات ثلاثة ازواج من اللواحق على رأسها، والتي يستعمل كفكوك أو اسنان كايتينية، أو السنة أو انابيب امتصاص. حيث يستخدم الزوج الأول كأسنان للجرش في حين يستعمل الزوج الثاني كفكوك قابضة اما الزوج الثالث فيستعمل لتحسس الطعام أو تذوقه.

تمتلك بعض اللافقريات من الديدان عديدة الاهلاب مثل النيرس (Nereis)، بلعوماً عضلياً مدعماً بفكوك كايتينية إذ يمكن ان يبرز هذا البلعوم بسرعة كبيرة للقبض على الفريسة، ثم ينكمش وتبتلع الفريسة.

(جـ) تستطيع المفترسات من الفقريات ان تمسك بالفريسة بسهولة وهي في حالة سليمة مستخدمة في ذلك اطرافها الامامية، ولو ان بعض من هذه الحيوانات تستعمل سمومها لتخدير أو قتل الفريسة قبل الامساك بها.

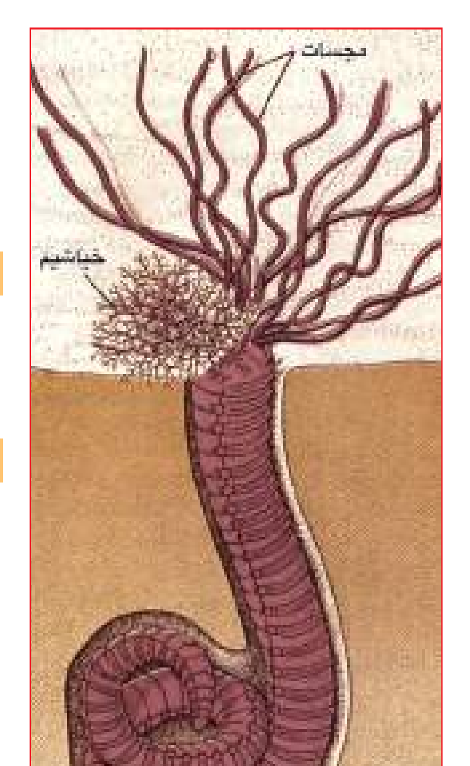
وبشكل عام لاتوجد عملية مضغ حقيقية للطعام (تقطيع الطعام وتمزيقه) الا في الثدييات التي تمتلك اربعة انواع من الاسنان تنجز هذه العملية وكل نوع له وظيفة خاصة وكما يأتي:

(أ) القواطع (Incisors) وهي متخصصة لعمليات العض والقطع والتقليم.

(ب) الانياب (Canines) وتكون مسؤولة عن عمليات القبض والثقب والتمزيق.

(جـ) الضواحك (Premolars)، تستعمل في الطحن والسحق.

(د) الطواحن (Molars) تستعمل في الطحن والسحق.



شكل (1-8). الدودة الحلقية Amphitrite، احد الديدان التي تتغذى على الرواسب وهي تعيش داخل اخدود في رمال القاع وتمتلك مجسات غذائية (Feeding Tentacles) ممتدة عبر السطح بأتجاهات مختلفة والغذاء يتم اقتناصه بوساطة المواد المخاطية التي تغطي المجسات الغذائية ومن ثم تجلبه المجسات إلى فم الدودة.

ويظهر مثل نظام التسنن هذا في الانسان شكل (1–9)، ويظهر نظام التسنن تحورات كثيرة ضمن الحيوانات المختلفة وحسب عادات وخصوصيات التغذية، وعلى سبيل المثال نجد ان الانياب مفقودة في آكلات العشب، الا انها تمتلك عوضاً من ذلك طواحن اكثر تطوراً بالاضافة إلى وجود زوائد في المينا تساعد في عملية طحن الغذاء اما القواطع الحادة في القوارض فهي تستمر بالنمو طيلة حياة الحيوان ويتآكل جزء منها لتحافظ على مقاسها اثناء النمو. وقد يحصل لبعض الاسنان تحوراً كبيراً بحيث تصبح صالحة لعمليات الثقب والقرض (لاحظ الشكل 1–10).

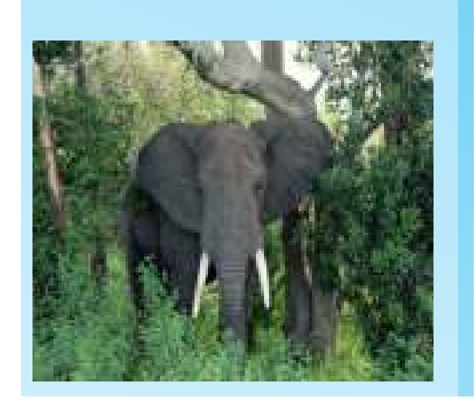
التاج
الجذر
المينا
العاج
اللب
(أ)

قواطع
انياب
ضواحك
طواحن
(ب)

شكل (1–9) . (أ) تشريح السن، (ب) أنواع الاسنان في الثدييات أو اللبائن تبدأ عملية الهضم في العديد من الحيوانات بالاسنان والتي تمسك وتقطع وتمزق وتسحق الطعام.

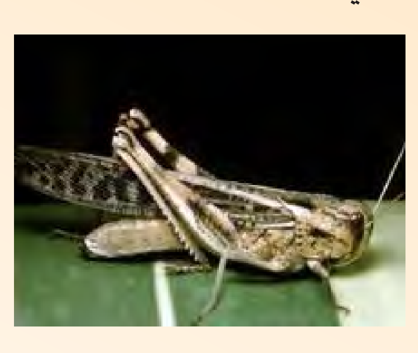
هل تعلم ؟

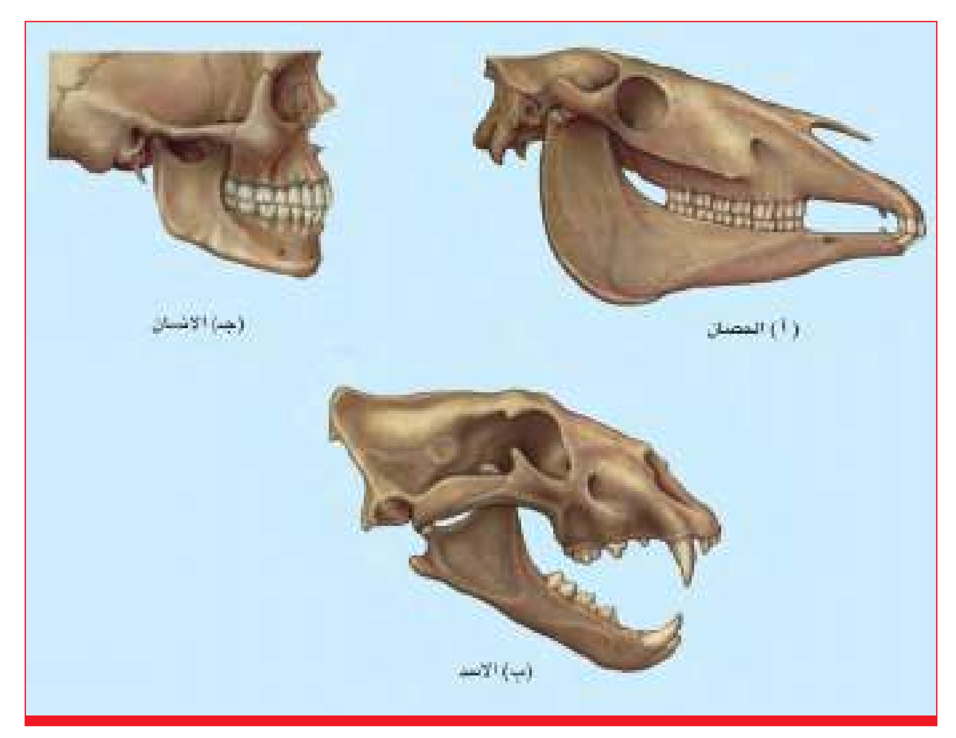
ان انياب الفيل هي قواطع متحورة تستخدم للدفاع والهجوم واستئصال ما يعترض الحيوان وان ذكور الخنازير البرية تمتلك انياب متحورة تستخدم كأسلحة دفاعية.



أضف إلى معلوماتك

تزود بعض اللافقريات بأجزاء فم قارضة كما هو الحال في بعض الحشرات مثل الجراد الذي يزود بفكوك طاحنة قاطعة.





شكل (1-10). الاسنان في فقريات مختلفة (للاطلاع) (أ) الاسنان في حيوان فقري ذو تغذية نباتية (الحصان)، (ب) الاسنان في حيوان فقري يتغذى على اللحوم (الاسد)، (جـ) الاسنان في الانسان وهو من القوارت (يتغذى على اللحوم والنباتات).

4- التغذية على السوائل:

يمثل هذا النوع من التغذية اهم ما تتميز به الطفيليات الا انه يوجد ايضاً في بعض الحيوانات غير الطفيلية. تقوم بعض الطفيليات الداخلية بامتصاص المواد الغذائية المحيطة بها والتي يقدمها المضيف، بينما يقوم بعضهم الآخر بتمزيق جدران الامعاء وامتصاص الدم. اما الطفيليات الخارجية مثل العلق والحشرات والقشريات الطفيلية فضلاً عن اللامبري (الجلكي) فهي تستعمل اجزاء فم ثاقبة ماصة للتغذي على الدم.

أضف إلى معلوماتك

تمتلك آكلة الاعشاب من الثدييات مثل الحصان والبقر طواحن معوجة للقيام بعملية الطحن وهذه تقوم بتكسير وتحطيم جدران الخلايا السليلوزية التي تغلف الغذاء لكي تسهل عملية الهضم بوساطة الكائنات الدقيقة الموجودة في القناة الهضمية لهذه الحيوانات، وكذلك تخرج محتويات الخلايا ليسهل الهضم الانزيمي المباشر لهذه المحتويات.

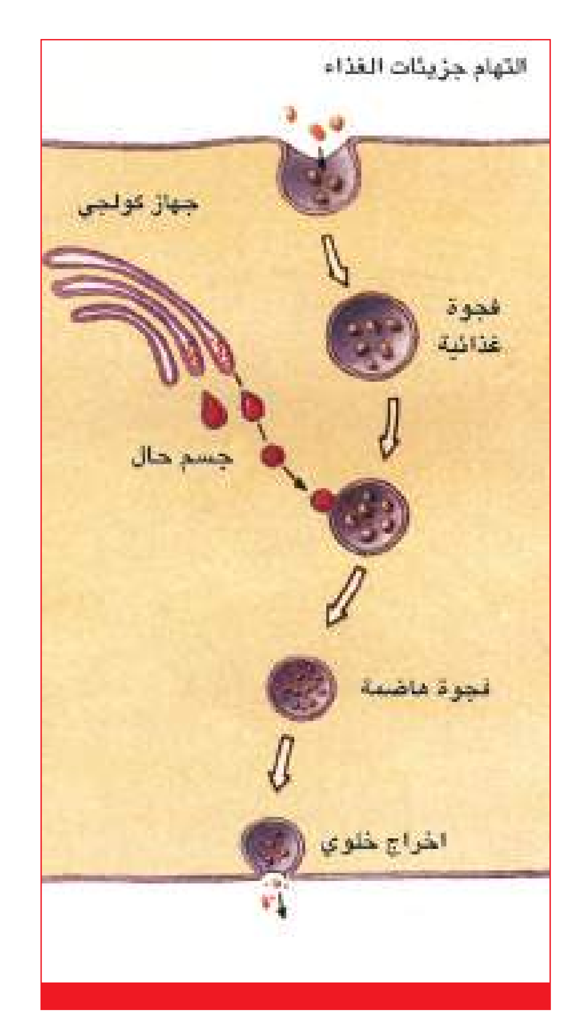
1-4-2. الهضم (Digestion):

يمكن القول ان عملية الهضم هي عملية تفتيت الطعام أو الغذاء. فالغذاء العضوي يتم تفتيته ميكانيكياً وكيميائياً إلى وحدات صغيرة لكي يسهل امتصاصها، والمعروف ان المكونات الاساسية للمواد الغذائية تتمثل بالكاربوهيدرات والبروتينات والدهون وهي جميعاً تختزل إلى مكونات بسيطة (جزيئات) ليسهل امتصاصها، ويجب على كل حيوان تحويل هذه المواد الممتصة إلى مواد عضوية شبيهة بتلك التي يتكون منها جسمه.

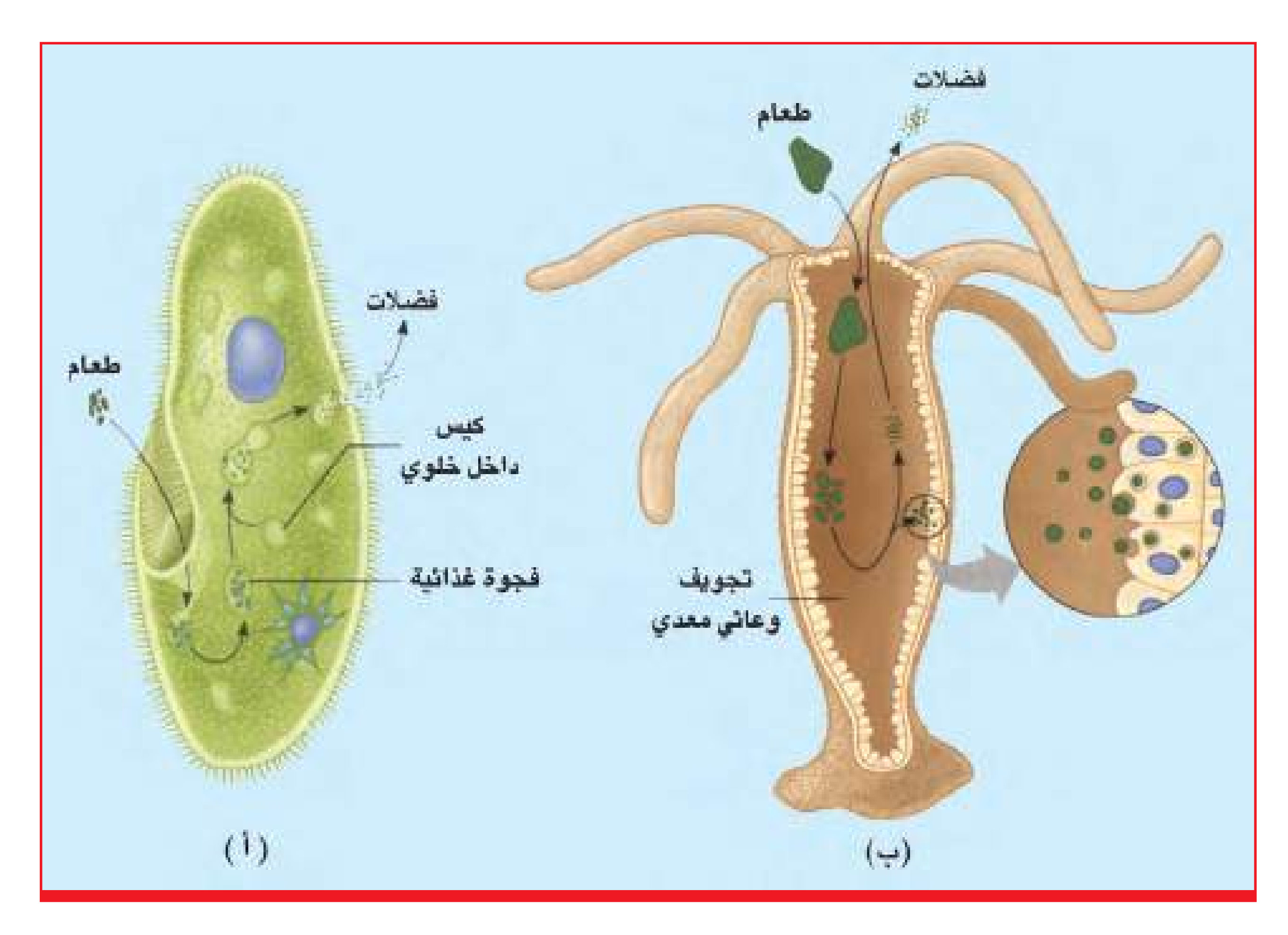
والهضم يمكن ان يكون داخلي (داخل الخليـة Intracellular) أو خارجي (خـارج الخلية Extracellular).

1 الهضم الداخلي: يحدث مثل هذا الهضم في الاحياء وحيدة الخلية والاسفنجيات حيث يتم الهضم كاملاً داخل الخلية، وتبتلع الحيوانات التي تقوم بمثل هذا الهضم حبيبات الطعام وتدخلها داخل الفجوة الغذائية (Food Vacuole) ضمن جسم الحيوان، وتفرز عليها الانزيمات الهاضمة (Lysozymes) من قبل الاجسام الحالة (Lysosomes) ، وبالتالي تمتص نواتج الهضم من سكريات بسيطة واحماض امينية وجزيئات اخرى من سايتوبلازم الخلية حيث يمكن استخدام هذه المواد بصورة مباشرة، اما المواد الاخراجية فتتخلص منها الخلية بطريقة بسيطة (شكل 1-11). ولكي تتم عملية الهضم داخل الخلية لابد ان تكون الحبيبات المبتلعة صغيرة حتى يمكن ابتلاعها وان تكون الخلية قادرة على افراز الانزيمات المناسبة لهضم الغذاء المبتلع وامتصاص المواد المهضومة.

2 الهضم الخارجي: يحصل في هذا النوع من الهضم تخصص في الوظائف حيث تتخصص بعض خلايا القناة الهضمية لتصب عصارتها في جوف القناة الهضمية، وتتخصص الاخرى في عملية الامتصاص (شكل 1-12) ولابد من الاشارة إلى ان بعض الحيوانات مثل الشعاعيات والديدان الخيطية والديدان المفلطحة يمكنها ان تنجز عمليتي الهضم الداخلي والخارجي.



شكل (1-11). الهضم داخل الخلايا (Intracellular Digestion) حيث تحتوي الاجسام الحالة (Lysosomes) انزيمات هاضمة (Lysozymes) تنتج ضمن الخلية وربما في معقد كولجي. وتلتحم الانزيمات المحللة مع الفجوات الغذائية (Food Vacuole) حيث تقوم بهضم محتويات الفجوات الغذائية من الغذاء، وناتج عملية الهضم يمتص من قبل السلايتوبلازم وتطرد المواد غير المهضومة والفضلات إلى الخارج.



شكل (1–12). الهضم الداخلي والهضم الخارجي. (أ) الهضم الداخلي يمثل طريقة قديمة للتغذية تحصل في الاسفنجيات والاحياء وحيدة الخلية مثل البراميسيوم (Paramecium)، والغذاء يهضم داخل الفجوة الغذائية وبوجود انزيمات هاضمة، (ب) في معظم الحيوانات متعددة الخلايا حيث يحصل الهضم خارج خلوي، ومثال ذلك الهايدرا (Hydra) التي لها جهاز بسيط للهضم خارج الخلية.

1-4-3. القناة الهضمية (Digestive Tract):

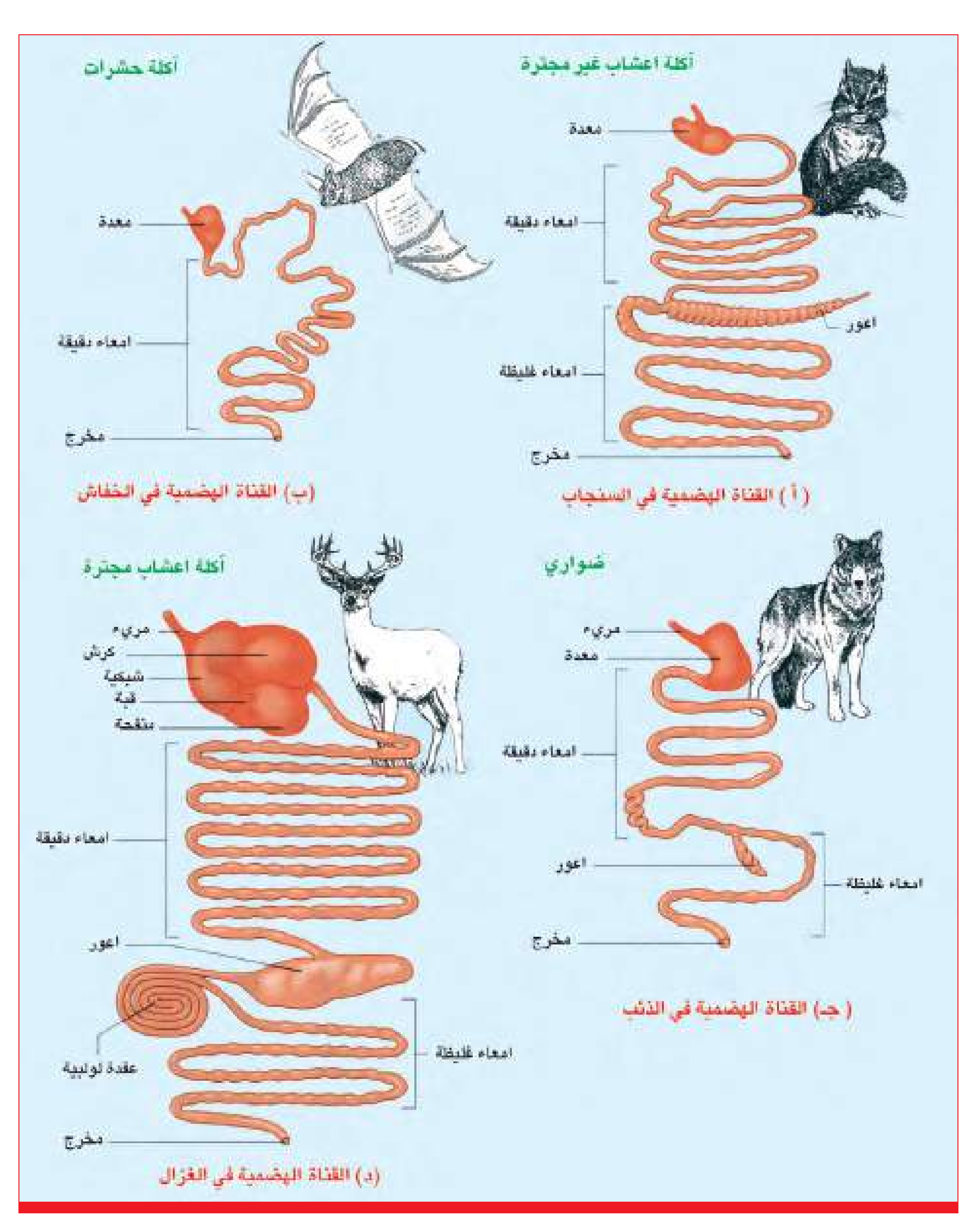
تمتلك غالبية الحيوانات قناة هضمية تظهر درجات متفاوتة من النمو ضمن الانواع المختلفة (شكل 1-13)، وبشكل عام يمكن ايجاز وظائف القناة الهضمية بالآتي:

(أ) ابتلاع الطعام.

(ب) تجزئة الطعام إلى جزيئات صغيرة.

(جـ) امتصاص جزيئات الطعام.

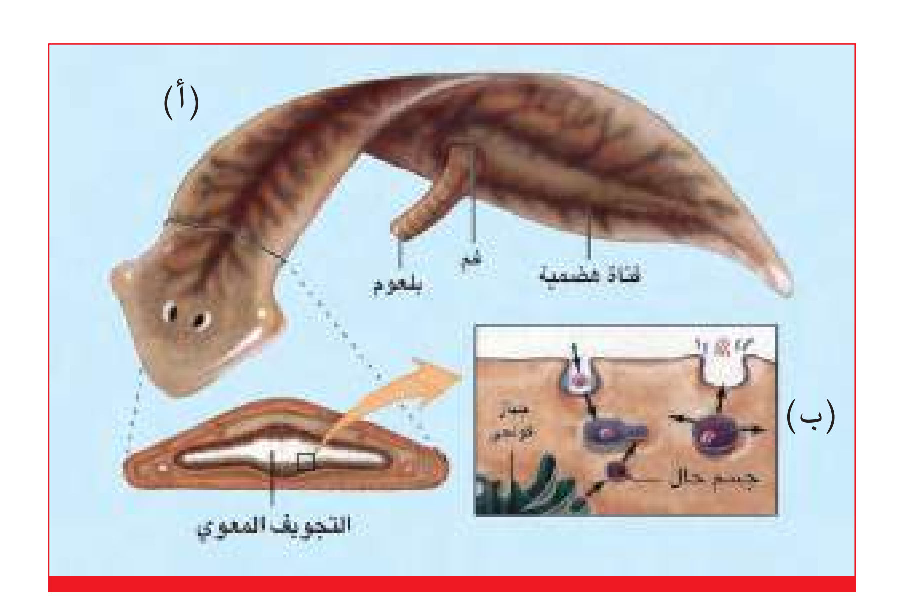
(د) طرح البقايا غير المهضومة.



شكل (1-13). القناة الهضمية في فقريات مختلفة (للاطلاع) (أ) السنجاب وهو حيوان عاشب (ب) الخفاش وهو من الثدييات الصغيرة آكلة الحشرات (جـ) الذئب وهو من الحيوانات آكلة اللحوم (د) الغزال وهو من الفقريات آكلة الاعشاب. لاحظ ان القناة الهضمية في الحيوانات آكلة الاعشاب تكون اطول بكثير من تلك التي تأكل اللحوم.

وقد تكون القناة الهضمية من النوع غير المكتمل
(Incomplete Digestive Tract)
أو مكتمل (Complete Digestive Tract).

- **القناة الهضمية غير المكتملة:** في هذا النوع توجد فيها فتحة مفردة يطلق عليها عادة بالفم (Mouth)، وعليه فأن هذه الفتحة تستخدم لادخال الطعام ولاخراج الفضلات. يوجد مثل هذا النوع في البلاناريا (Planaria) وهي من الديدان المسطحة (شكل 1-14). ويبتدأ بالفم والبلعوم العضلي ثم تجويف معدي وعائي يتفرع خلال الجسم الى تفرعات كثيرة. والبلاناريا تتغذى على الحيوانات المائية الصغيرة والفتات العضوي اي انها آكلة لحوم. وعندما تتغذى البلاناريا يخرج البلعوم خارج الجسم وينطوي الجسم حول الفريسة ويمتص البلعوم الغذاء. والانزيمات الموجودة في القناة الهضمية تسمح لبعض الهضم الخارجي، ولكن الهضم يتم بشكل رئيسي داخل الخلايا المبطنة للقناة الهضمية.



شكل (1-14). القناة الهضمية غير المكتملة في البلاناريا. (للاطلاع) (أ) البلاناريا ومقطع فيها يبين التجويف المعوي، (ب) عملية الابتلاع خلال غشاء الخلية تنتج فجوة وهذه تحصل فيها عملية تحلل للغذاء بفعل الانزيمات الحالة أما المواد غير المهضومة فانها تلفظ إلى الخارج من خلال غشاء الخلية.

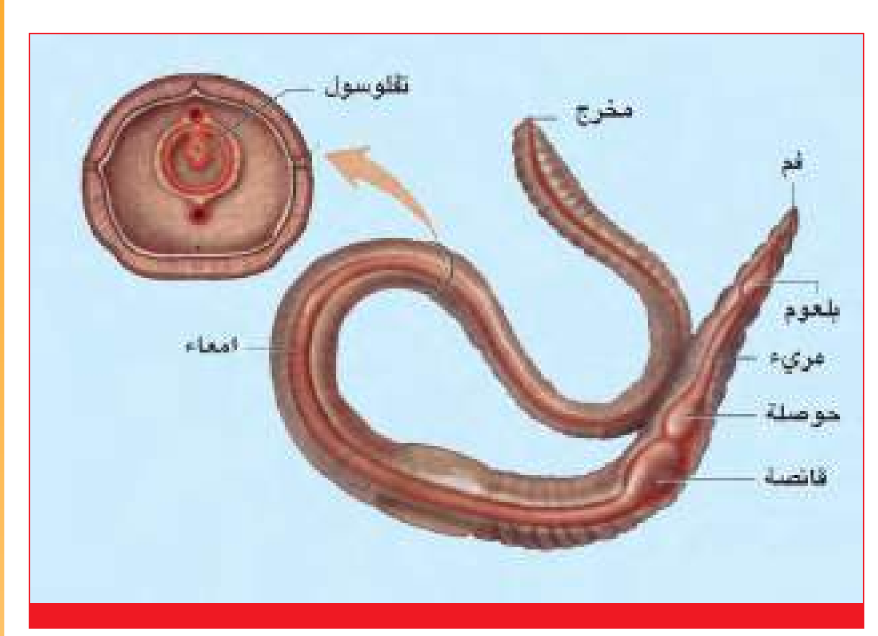
كيف تنتقل الطفيليات المسببة لامراض الملاريا والحمى الصفراء والحمى الشوكية إلى جسم الانسان؟

يقوم البعوض بنقل الطفيليات المسببة لهذه الامراض، حيث تهبط البعوضة على جلد المضيف (الانسان)، وتستخدم اجزاء الفم التي تتكون عادة من صف به ست اشواك ابرية تمثل اجزاء الفم الماص لامتصاص دم الانسان، وتستخدم ابرة من هذه الابر لكي تحقن سائل مانع للتخثر وجزء آخر من اجزاء الفم عبارة عن قناة لكي يمر خلالها دم الانسان الممتص، والمعلوم ان اناث البعوض هي التي تتغذى على الدم.

القناة الهضمية المكتملة: ونعني بها القناة التي تبتدئ بالفم وتنتهي بالمخرج (شكل 1-15). تتغذى ديدان الارض (Earthworms) عادة على المواد العضوية المتفسخة في التربة، وفيها يمتص البلعوم العضلي الغذاء ليدخله إلى الحوصلة (Crop)، والتي تمثل منطقة خزن الغذاء، وبعد ذلك يذهب الطعام إلى القانصة (Gizzard) والتي تكون ذات جدران عضلية سميكة تسحق وتطحن الطعام بوساطة حبيبات الرمل، والهضم يكون عادة خارجي في منطقة الامعاء. والقابلية الامتصاصية لجزيئات الغذاء تزداد وذلك لزيادة المساحة السطحية للقناة الهضمية من خلال وجود طية في جدار الامعاء تعرف بالتفلوسول والغذاء غير المهضوم يطرح إلى الخارج من خلال فتحة المخرج (Anus).



دودة الارض



شكل (1-15) القناة الهضمية المكتملة في دودة الارض.

أضف إلى معلوماتك

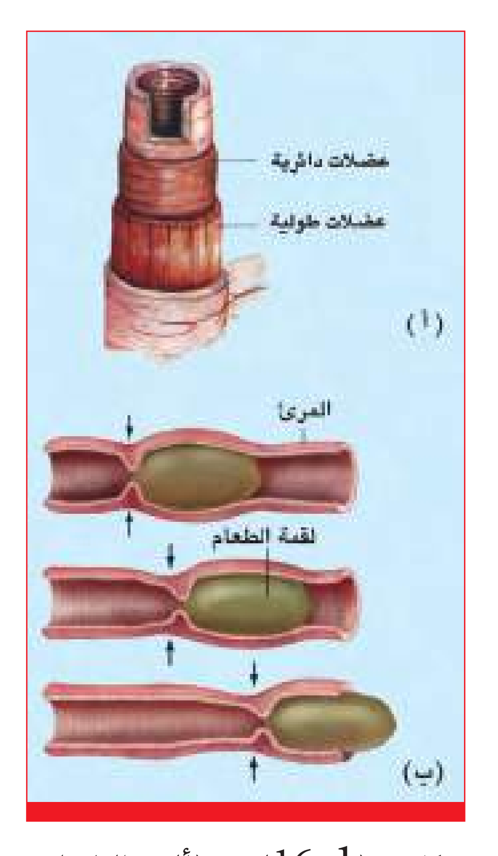
الزائدة الدودية:

تمثل الزائدة الدودية بروزاً اصبعياً من الامعاء الغليظة وهي تعمل كمنطقة خاصة لهضم السليلوز وقد تسبب مشكلات كبيرة عند التهابها فيجري استئصالها جراحياً. ويعتقد ان الزائدة الدودية كانت مفيدة عندما كان طعام الانسان في معظمه مواداً نباتية اكثر من احتوائه على البروتينات حيوانية المصدر الا انه مع التحول في طبيعة الغذاء اصبحت تمثل تركيب اثري لا فائدة له عند الانسان.

1-4-3-1. الحركة في القناة الهضمية:

تتم حركة الغذاء داخل القناة الهضمية بوساطة تقلص وانبساط الطبقة العضلية في جدار الامعاء أو نتيجة لحركة الاهداب في بطانة القناة الهضمية، أو كليهما. والحركة بوساطة الاهداب تحصل في الحيوانات عديمة التجويف الجسمي وذات التجويف الكاذب. اما في الحيوانات ذات التجويف الجسمي الحقيقي نجد ان جدار القناة الهضمية مدعم بطبقتين من العضلات المتعاكسة حيث توجد طبقة عضلية ملساء دائرية

وطبقة عضلية طولية (شكل 1-16)، ويعتبر هذا التنظيم العضلي مثالي لعملية دفع الطعام.واهم مايميز حركة القناة الهضمية انها حركة دودية (Peristalisis) (شكل 1-16) حيث تمتد موجة من الانقباضات الدائرية لمسافة ما دافعة الطعام امامها ويمكن للحركة ان تبدأ عند اي نقطة وتسير لمسافات متفاوتة.



شكل (1-16). (أ) الطبقات العضلية الدائرية والطولية في جدار القناة الهضمية، (ب) الحركة الدودية في الامعاء (التمعج)، الاسهم تشير إلى مناطق الانقباض في جدار القناة الهضمية. (للاطلاع).

1-4-3-2. التركيب التشريحي والوظيفي للقناة الهضمية:

تظهر القناة الهضمية في الحيوانات المختلفة تباينا تركيبيا كنتيجة للحاجة الوظيفية لكل جزء من اجزاء القناة الهضمية، كما ان هذا التباين متأتٍ من تباين طبيعة الغذاء، وسوف نوجز اجزاء القناة الهضمية تبعا للوظيفة لاحظ جدول (1-2).

(أ) منطقة استقبال الغذاء

تشمل هذه المنطقة الجزء الامامي من القناة الهضمية ممثلا بالفم والجوف الفمي والتراكيب الملحقة بهما (اللسان والاسنان والمناقير والغدد الفمية) فضلا عن البلعوم العضلي.

ينجز في هذه المنطقة الهضم الأولي حيث يستخدم انزيم الاميليز المفروز من الغدد اللعابية لبدء تكسير المواد الكاربوهيدراتية من نشأ حيواني أو نباتي، ويوجد هذا الانزيم لدى الحيوانات من آكلة الاعشاب من الرخويات، وبعض الحشرات والثدييات بضمنها الانسان وغير ذلك من الحيوانات. وعندما يبتلع الطعام فأن انزيم الاميليز يفرز على الطعام ويبدأ بالعمل على هضم محتوى الطعام من النشأ ، ولكنه يهضم ربما نصف محتوى الطعام من النشأ ويتوقف عمله عند الوصول إلى الوسط الحامضي في المعدة، ولذلك فأن عملية هضم النشاء تتطلب المزيد من الخطوات التي تتم في الامعاء.

يقوم اللسان وهو صفة مميزة للحيوانات الفقرية بتقليب الطعام ضمن الجوف الفمي والمساعدة على بلعه، ففي الانسان على سبيل المثال تبدأ عملية البلع بأن يدفع اللسان لقمة (كتلة)

الطعام المرطبة باللعاب بأتجاه البلعوم، وعند ذلك تسد الفتحة الانفية الداخلية ويغلق لسان المزمار فتحة الممر التنفسي (الرغامى) لمنع اندفاع الطعام بأتجاه الممر التنفسي وعند وصول الكتلة الغذائية إلى المريء فأنها تندفع بفعل انقباضات عضلات جدار المريء بأتجاه المعدة (شكل 1-17).

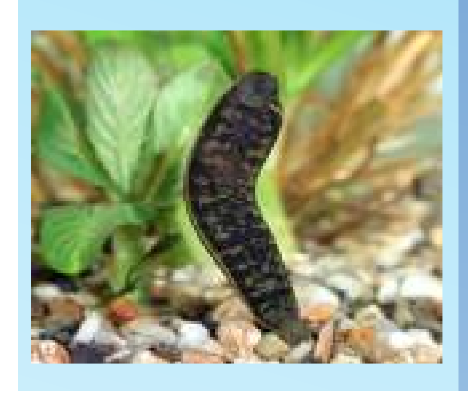
شكل (1–17) عملية ابتلاع الطعام. (للاطلاع).

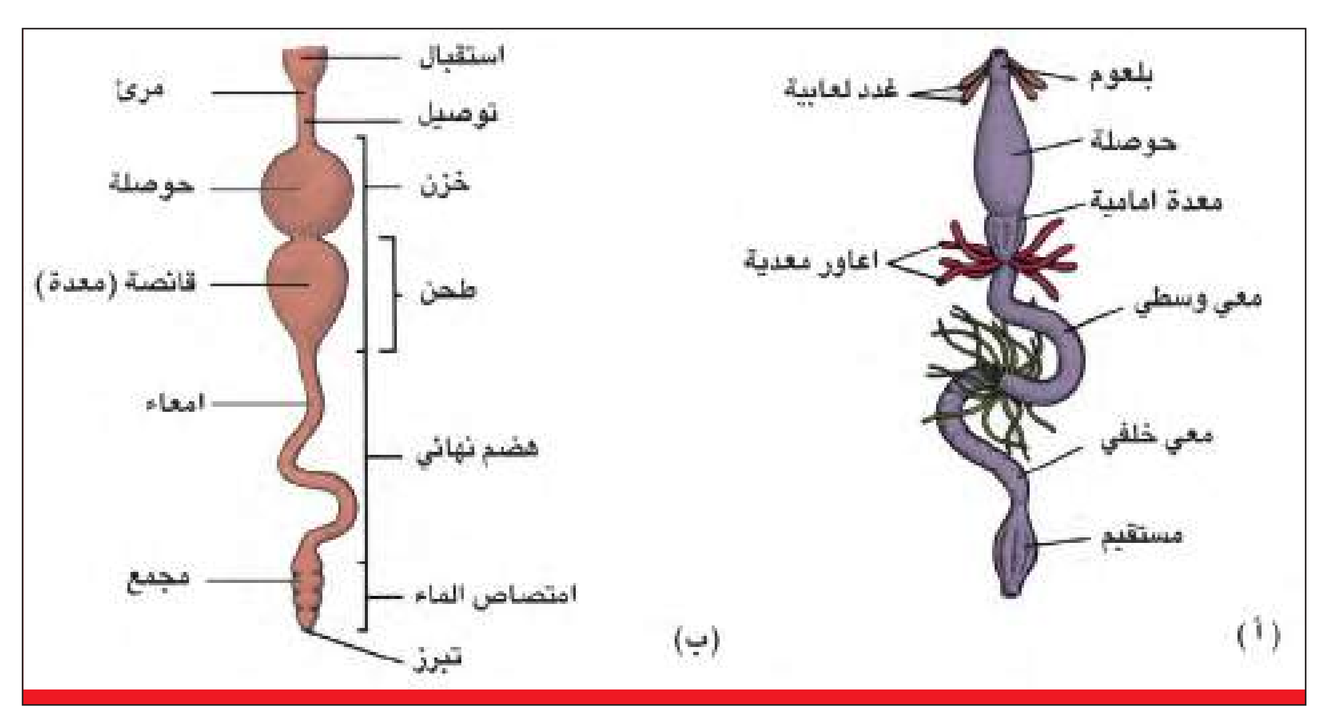
(ب) منطقة التوصيل والخزن

يمثل البلعوم في الحبليات والعديد من اللافقريات جزء القناة الهضمية الخاص بنقل وتوصيل الطعام إلى منطقة الهضم وأول جزء منها المريء (Esophagus) والذي قد يتوسع الجزء الامامي منه ليكون تركيبا حوصليا يعرف بالحوصلة (Crop)، ويستخدم لتخزين الطعام قبل الهضم، وفي الطيور تستخدم هذه الحوصلة لتخزين وترطيب الطعام (الحبوب)، وذلك قبل مروره إلى المعدة، أو قد تسمح للطعام بأن يتخمر تخميراً معتدلاً قبل عملية ارجاعه لاطعام الصغار (شكل 1-18).

هل تعلم ؟

للغدد الفمية وظائف اخرى متخصصة عدا وظيفة هضم الطعام، فهناك غدد تفرز مواد سامة تستخدم لتهدئة الفريسة المتصارعة فضلاً عن افراز الانزيمات اللعابية لبدء الهضم. وفي العلق الطبي تجد ان افراز اللعاب مكون من خليط معقد من المركبات منها ماهو مخدر بحيث يجعل اللدغة غير مؤلمة، ومنها ما هو انزيمات تذيب الانسجة التي تحيط مكان اللدغة، وتمنع تخثر الدم.





شكل (1–18) القناة الهضمية (أ) في حيوان لافقري (الصرصر)(ب) حيوان فقري (الحمامة).

جدول (1–2) اجزاء القناة الهضمية ووظيفة كل منها

الجزء أو العضو	المظاهر الخاصة به	الوظيفة
الفم	الأسنان، الغدد اللعابية ، اللسان	مضغ الطعام وهضم النشأ
المريء	______________	حركة الغذاء بحركة دودية
المعدة	غدد معدية	خزن الغذاء، قتل بعض البكتريا بفعل الحامض المفرز هضم البروتينات
الأمعاء الدقيقة	الزغابات	هضم الغذاء وأمتصاص المغذيات
الأمعاء الغليظة	______________	أمتصاص الماء وخزن البقايا غير المهضومة
المخرج	______________	التبرز

(جـ) منطقة الطحن والهضم المبكر

تعد المعدة الجزء الأول من القناة الهضمية الذي يحصل فيه هضم واختزان الطعام لفترة معينة في معظم الفقريات وعدد من اللافقريات، حيث يتم في المعدة خلط الطعام بالعصارة الهضمية كما يتم فيها الطحن الميكانيكي لبعض الطعام وخصوصا الطعام النباتي الذي يحتوي على مادة السيليلوز الصلبة حيث يبطن جزء

من المعدة بنسيج ضام قوي مدعم بطبقة عضلية في جدارها وان عملية تقلص وانبساط العضلات يؤدي إلى طحن الطعام ومثل هذه العملية تحصل في الديدان قليلة الاهلاب ومفصليات الارجل والطيور.

والمعدة في آكلات اللحوم والاعشاب من الفقريات تكون بشكل تركيب عضلي سميك نسبيا وجدارها يحوي غدداً تفرز انزيمات هاضمة للبروتين وحامضاً قوياً يمثل احد التكيفات لملائمة قتل الفريسة ووقف النشاط البكتيري. وعندما يصل الطعام إلى المعدة من خلال الفتحة الفؤادية التي تتوسع بفعل العضلات التي توجد في جدرانها لتستقبل الطعام ومن ثم تنغلق الفتحة لتمنع عودة الطعام إلى المريء مرة اخرى.

كما انه يوجد في جدار المعدة في الانسان العديد من الغدد الفارزة للعصارات الهضمية وهي:

1 الخلايا الرئيسية (حيث تكون على نوعين في الانسان) وهي تفرز انزيم الببسين (Pepsin). والببسين من الانزيمات الهاضمة للبروتينات وهو يعمل في وسط حامضي ويكون ذا تخصص عالٍ حيث يقوم بتكسير الروابط المنتشرة في السلسلة الببتيدية في جزيء البروتين.

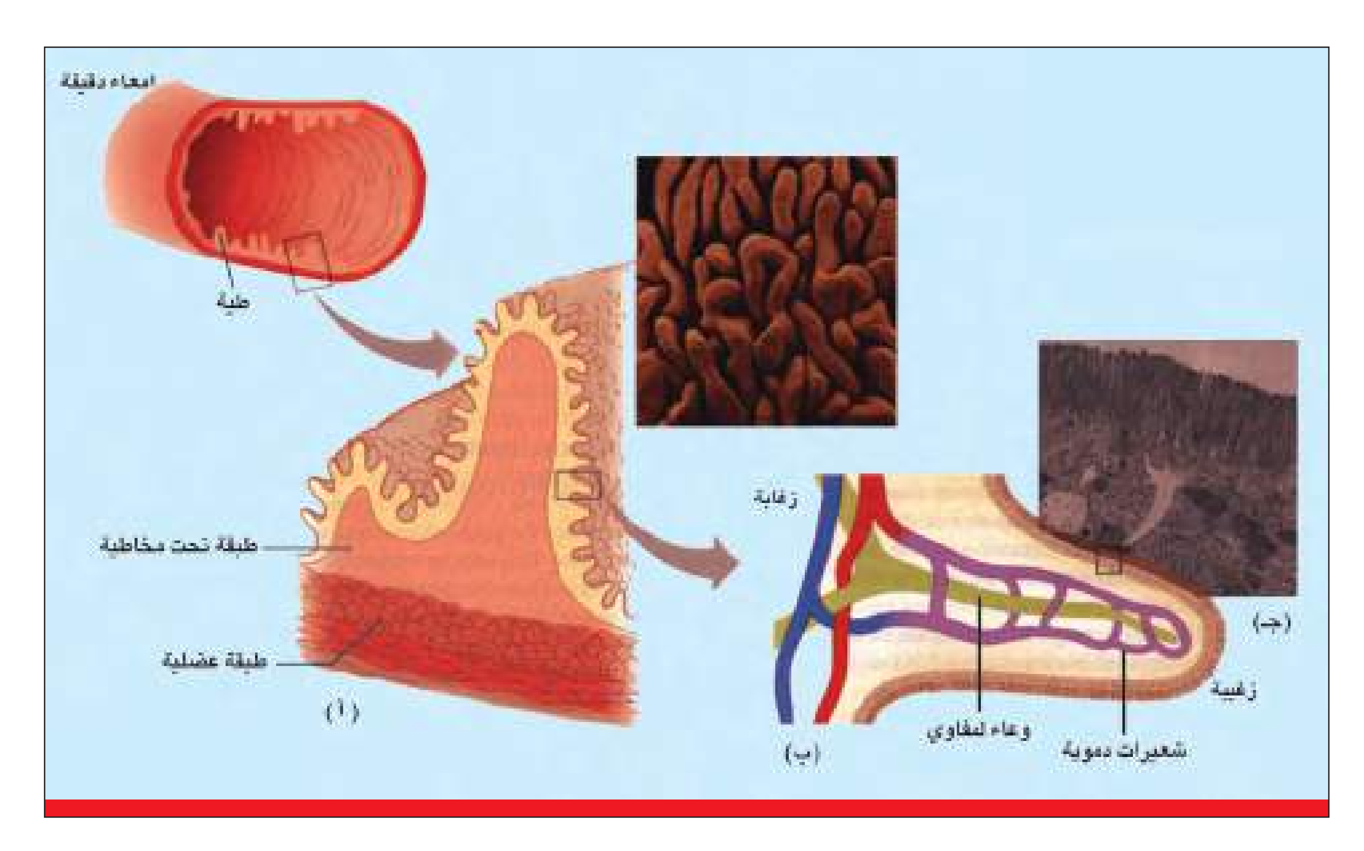
ويوجد في معدة الحيوانات المجترة خلايا تفرز الرينين (Rennin)، الذي يعمل على تخثير اللبن ويكون نشاطه ضعيفاً في هضم البروتينات وعملية التخثر هذه مهمة لابقاء اللبن في المعدة من اجل هضمه بفعل بعض انزيمات المعدة، ويفتقر الانسان البالغ إلى انزيم الرنين حيث يتم هضم اللبن بوساطة انزيم الببسين الحامضي.

2 الخلايا الجدارية (Parietal Cells)، وهي تفرز حامض الهيدروكلوريك.

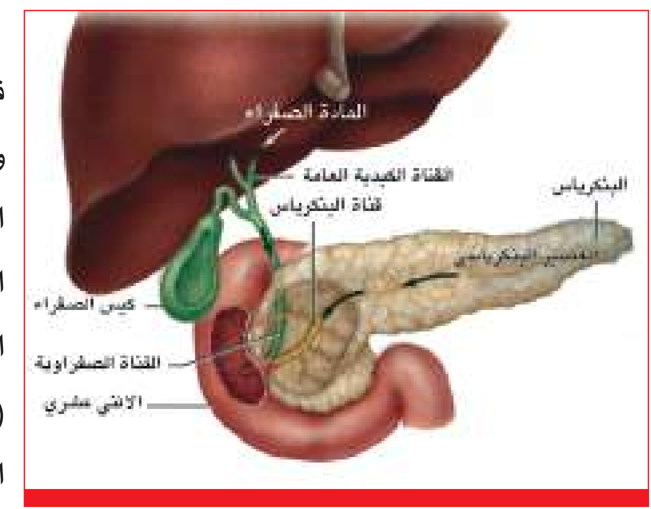
ولابد من الاشارة إلى ان عصارات المعدة تفرز بفترات متفاوتة وحسب الحاجة الا ان هناك جزءاً صغيراً يفرز بأستمرار حتى اثناء فترة الصيام.

(د) منطقة الهضم النهائي والامتصاص

تتمثل هذه المنطقة بالامعاء (Intestine) والتي تختلف اهميتها بأختلاف وظيفتها في المجاميع الحيوانية المختلفة، وهي تتباين في طولها واشكالها حيث تكون طويلة كثيرة الالتفاف في الحيوانات التي تتغذى على النباتات بينما تكون قصيرة في آكلات اللحوم، وقد تظهر الامعاء تراكيب اضافية من اجل زيادة المساحة السطحية للهضم والامتصاص ومثل هذه الحالة تتوضح في الحيوانات التي لا يتسع تجويف جسمها إلى وجود امعاء ملتفة فتنشأ في مثل هذه الحالة في الامعاء صمام حلزوني (Spiral Valve) كما هو الحال في الكواسج، وفي الفقريات تحوي بطانة الامعاء بروزات اصبعية يطلق عليها بالزغابات (Villi) ومفردها (Villus) والتي توجد على حافاتها العديد من الزغيبات (Microvilli) (شكل 1-19).



شكل (1–19) بطانة الامعاء الدقيقة: (أ) سطح الامعاء الدقيقة (طبقات الجدار)، (ب) البطانة الداخلية لسطح الامعاء وتظهر بشكل زغابات، (ج) الشعيرات الدموية التي تمتص الكاربوهيدرات والبروتينات.



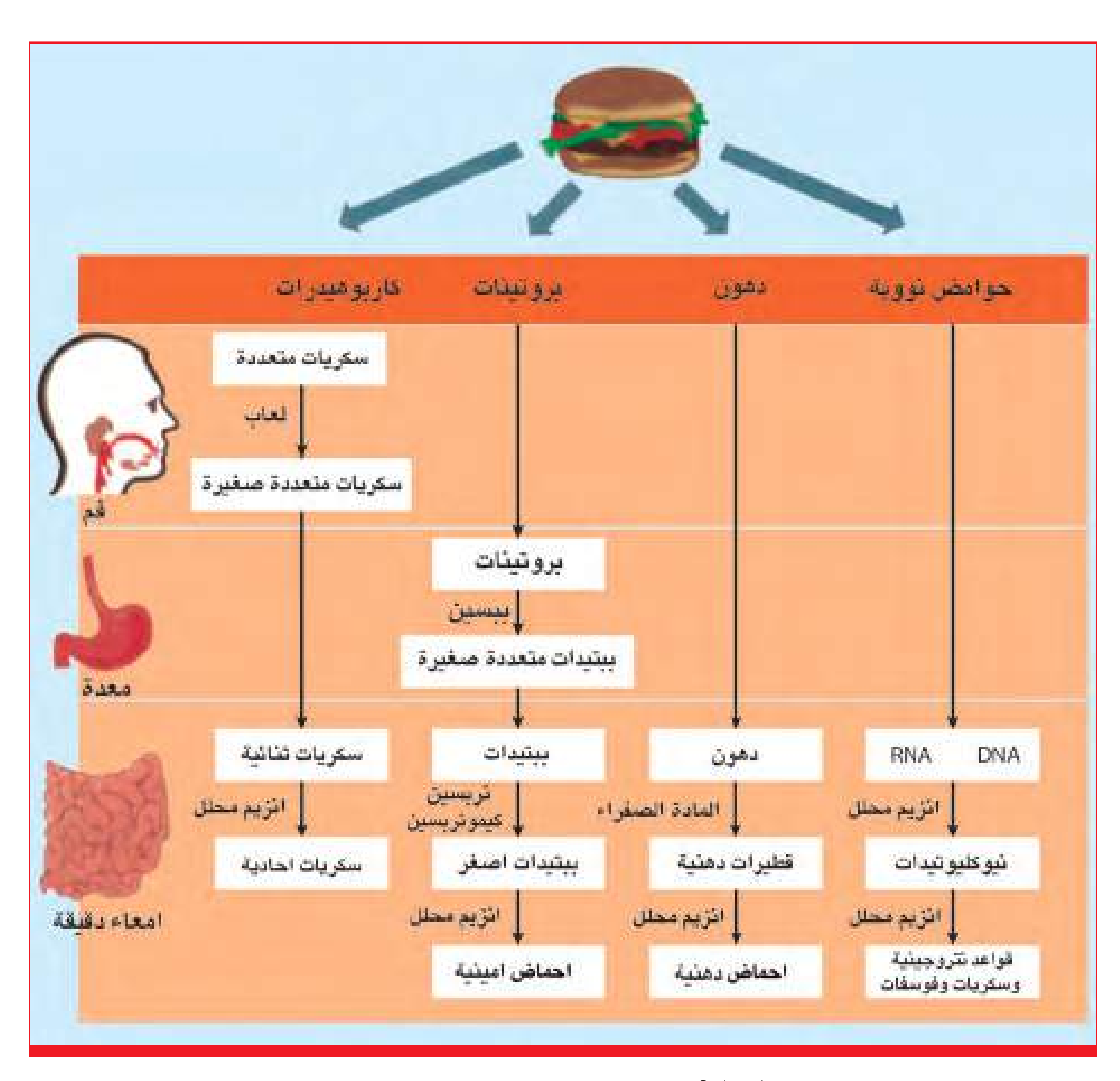
شكل (1–20) البنكرياس في الانسان

يتدفق الطعام من المعدة إلى الامعاء من خلال فتحة المعدة البوابية حيث الجزء الأول من الامعاء والذي يعرف بالاثنى عشـري (Duodenum) الذي تصب فيه عصارتان هضميتان هي عصارة الصفراء (Bile) والعصارة البنكرياسية، ويطلق على الطعام في هذا الجزء من القناة الهضمية بالكيموس (Chyme). وفيما يأتي خلاصة لعمل العصارة الصفراء والبنكرياسية.

1 انزيمات البنكرياس (Pancreatic Enzymes):

يقدر حجم العصارة البنكرياسية في الانسان بحدود لترين يومياً (شكل 1–20) وهي تحوي العديد من الانزيمات الهامة لعملية الهضم وبشكل خاص هضم البروتينات وهذه الانزيمات ممثلة بأنزيم التربسين (Trypsin) والكيموتربسين

(Chemotrypsin)، واللذان يكملان عملية هضم البروتينات التي بدأت في المعدة بفعل انزيم الببسين. كما يوجد ضمن العصارة البنكرياسية انزيمات تعرف بـ كاربوكسي ببتيديز (Carboxypeptidase) والتي تعمل على فصل الاحماض الامينية من المجموعات عديدة الببتيدات كذلك يوجد ضمن العصارة البنكرياسية انزيم اللايبيز (Lipase) البنكرياسي الذي يحلل الدهون إلى كليسرول واحماض دهنية، اما الاميليز (Amylase) البنكرياسي فيقوم بتكسير جزيئات النشاء. وفضلاً عن الانزيمات سابقة الذكر توجد انزيمات تعمل على تكسير الاحماض النووية (RNA و DNA) تسمى الانزيمات النووية (Nucleases) شكل (1-21).



شكل (1-21) . خلاصة الهضم الكيميائي. (للاطلاع).

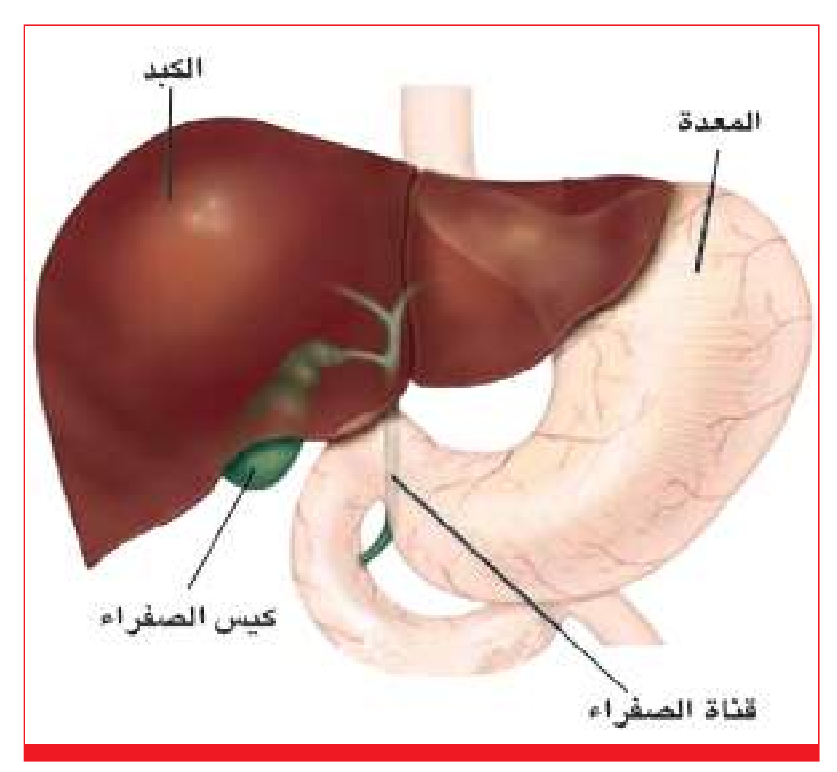
* RNA = Ribonucleic Acid
* DNA = Deoxy ribonuleic Acid

2 عصارة الصفراء (Bile): لا تحتوي عصارة الصفراء على انزيمات وهي تتكون من الماء واملاح الصفراء والصبغات وتنتج في خلايا الكبد (لاحظ وظائف الكبد المذكورة لاحقاً).

تفرز الصفراء في القناة الصفراوية من خلال الكبد، ثم تصب في الاثنى عشر، وتخزن في الفترة ما بين تناول الوجبات في كيس الصفراء (Gallbladder). (شكل 1–22) وعصارة الصفراء مهمة لاتمام عملية امتصاص الدهون.

هل تعلم ؟

ان العصارة الصفراء تكون بلون اصفر ذهبي وسبب هذا اللون هو وجود صبغات الصفراء والتي هي من نواتج تكسر هيموغلوبين خلايا الدم الحمر الهرمة، وهي ايضاً التي تعطي للبراز لونه الخاص.



شكل (1–22). الكبد في الانسان.

وظائف الكبد (Functions of Liver):

1– ازالة السمية من الدم (Detoxifies Blood).

2– خزن الحديد (Iron)، وفيتامينات A، B_{12} ، E و D.

3– تصنيع بروتينات الغشاء الخلوي مثل الالبومين (Albumine) والفايبرينوجين (Fibrinogen) من الاحماض الامينية.

4– خزن الكلوكوز بشكل كلايكوجين بعد وجبة الغذاء وتجزئة الكلايكوجين إلى كلوكوز لحفظ مستويات الكلوكوز في الدم خلال الفترات ما بين وجبات الطعام.

5– انتاج اليوريا نتيجة تجزئة الحوامض الامينية.

6– ازالة البلروبين (Bilirubin)، وتجزئة ناتج هيموغلوبين الدم وانتاج الصفراء منها.

7– تنظيم مستوى الكولسترول في الدم.

وظائف الامعاء:

تنجز الامعاء الدقيقة اضافة إلى الوظائف سابقة الذكر امتصاص اكثر المواد الغذائية المهضومة وكالآتي:

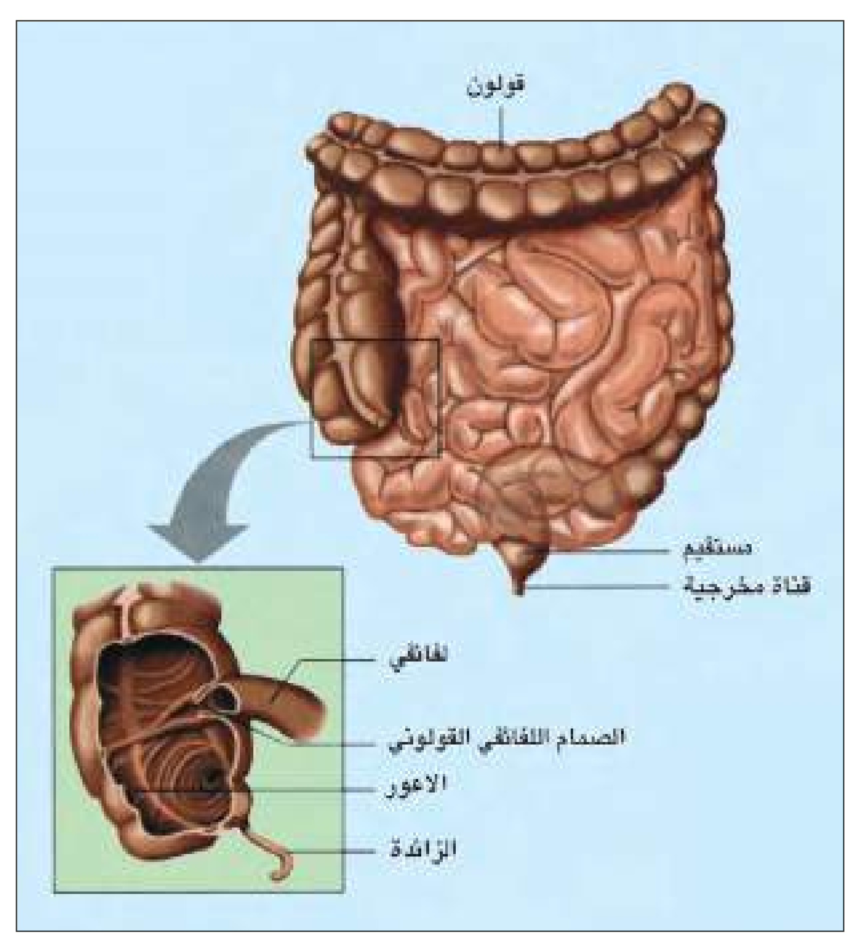
- تمتص المواد الكاربوهيدراتية بشكل سكريات احادية بسيطة مثل الكلوكوز والفركتوز والكالكتوز لكون الامعاء لا تسمح بنفاذية السكريات المتعددة.
- تمتص البروتينات بشكل احماض امينية.
- وتنتقل كلا المادتين (السكريات الاحادية البسيطة والاحماض الامينية) عبر الطبقة الظهارية للامعاء ومن خلال عملية الانتقال النشط والانتقال البسيط معاً.
- الدهون لا تمتص والاحماض الدهنية لا تدخل إلى الدم كونها تتحول إلى كليسيريدات ثلاثية اثناء مرورها خلال الطبقة الظهارية للامعاء تمر خارج الخلايا إلى الوعاء اللمفي، ثم إلى الجهاز اللمفاوي وتصل إلى الدم عن طريق الوعاء الصدري.

(هـ) منطقة امتصاص الماء وتركيز المواد الصلبة

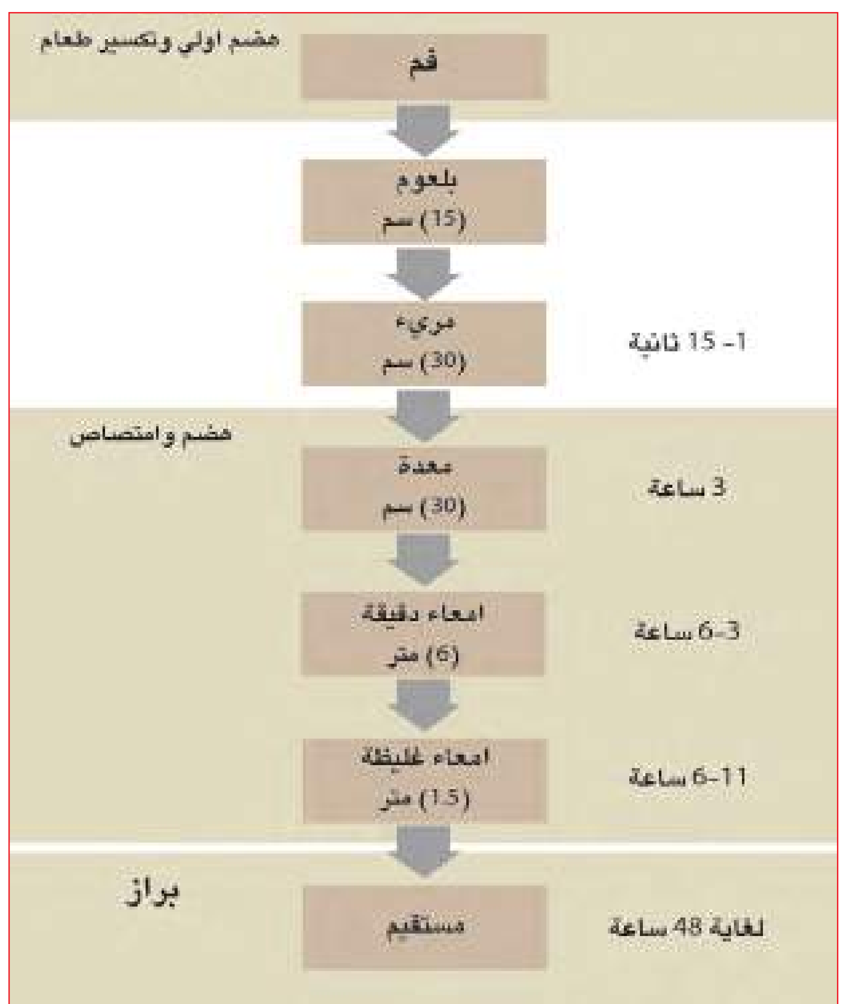
تتمثل هذه المنطقة بمنطقة الامعاء الغليظة شكل (1-23)، حيث تبدأ بقايا الطعام غير المهضوم (الفضلات) بالتماسك بشكل كتل صلبة نتيجة امتصاص الماء منها تمهيداً لاخراجها بشكل براز من خلال عملية التبرز (Defecation) (شكل1-24).ولعملية اعادة امتصاص الماء اهمية كبيرة خصوصاً في الحيوانات التي تعيش في المناطق الجافة كما هو الحال في الحشرات حيث تحتفظ بالماء في المستقيم ولذلك توجد غدد تعرف بغدد المستقيم (Rectal Glands) تقوم بأمتصاص الماء والاملاح كلما احتاج الحيوان لذلك وفي الزواحف والطيور التي لها براز جاف يمتص معظم الماء من الفضلات في منطقة المجمع. وفي الانسان يحتوي القولون على عدد هائل من البكتريا، التي تستطيع ان تكسر بعض المركبات العضوية في المواد الاخراجية والبراز وتحويلها إلى مادة غذائية مفيدة مثل تخليق بعض الفيتامينات (فيتامين K وكميات قليلة من بعض انواع فيتامين B) التي تمتص بوساطة الجسم.

أضف إلى معلوماتك

يتأثر طول الامعاء بطبيعة الغذاء الذي تتناوله الحيوانات، وعموماً تكون الامعاء طويلة في الحيوانات ذات التغذية النباتية بينما تكون اقصر في تلك التي تتغذى على اللحوم ومثال على ذلك نجده في الضفدع حيث نجد ان طول الامعاء في يرقاتها (الدعاميص) تكون اطول نسبياً من امعاء البالغات كون اليرقات تتغذى على الطحالب والاشنات في حين تتغذى البالغات بشكل رئيسي على الحشرات.



شكل (1-23) الامعاء الغليظة في الانسان. (للاطلاع)



شكل(1-24) رحلة الطعام خلال القناة الهضمية للانسان. (للاطلاع).

4-4-1. المتطلبات الغذائية:

تشير الدراسات المتعلقة بالمتطلبات الغذائية إلى ان طعام الحيوانات يجب ان يحتوي على الكاربوهيدرات والبروتين والدهون والماء والاملاح والفيتامينات. وتحتاج كل انواع الحيوانات لكل هذه الاصناف من المواد الغذائية بالرغم من اختلاف احتياجاتها كماً ونوعاً، حيث ان بعض هذه الاصناف يستخدم لانتاج الطاقة التي يحتاجها الجسم كالدهون والكاربوهيدرات، ومنها ما يستخدم كمكونات تركيبية ووظيفية مثل البروتين والاملاح والفيتامينات شكل (1-25).



شكل (1-25) هرم الدليل الغذائي. لاحظ كمية احتياج كل مجموعة غذائية (للاطلاع).

أ) الكاربوهيدرات (Carbohydrates)

تتمثل مصادر الكاربوهيدرات المعقدة بالحبوب وهي بعملية الهضم تتحول تدريجياً إلى سكريات كما انها تحتوي على عدة انواع من الالياف مثل الالياف غير الذائبة كتلك الموجودة في القمح حيث ان لها اهمية في صحة الانسان كونها قد تحمي من الاصابة بسرطان القولون من خلال تحديد الفترة الزمنية لالتصاق

المواد المسببة للسرطان بجدار الامعاء، اما الالياف الذائبة مثل تلك الموجودة في الشوفان أو الهرطمان فأنها تتحد مع احماض الصفراء والكوليسترول في الامعاء وتمنعها من ان تمتص. والغذاء الذي يحتوي نسبة الياف عالية جداً يقلل من قابلية الجسم على امتصاص الحديد والزنك والكالسيوم.

(ب) البروتينات (Proteins)

تعد البروتينات من المواد الاساسية في الوجبة الغذائية، وهي مهمة بمحتواها من الاحماض الامينية حيث يوجد حوالي 20 حامضاً امينياً، ثمان منها ضرورية ضمن غذاء البالغين وتسع في غذاء الاطفال لان الجسم غير قادر على انتاجها والباقي يمكن ان يصنعها الجسم، والبروتين الحيواني يحوي أحماض امينية اكثر من البروتين النباتي، ولابد من الاشارة إلى ان الوجبة الغذائية يجب ان تحتوي على الاحماض الامينية الاساسية (9 احماض امينية) واذا نقص اي منها تقل كفاءة الاحماض الامينية الباقية بشكل نسبي وبالتالي يتم هدمها واستخدامها كطاقة.

بعض مصادر البروتين الحيواني، وخصوصاً اللحوم الحمراء تكون غنية بالدهون المشبعة (Saturated Fats) بينما المصادر الاخرى مثل لحوم الدجاج والاسماك وبياض البيض تكون قليلة الدهون المشبعة، والأولىتكون سبباً في امراض القلب.

(جـ) الدهون (Lipids)

جميع الشحوم والكوليسترول والزيوت تعتبر دهوناً والدهون المشبعة والتي تكون صلبة عادة في درجة حرارة الغرفة ذات اصل حيواني، وكذلك تكون زيوت النخيل وزيت جوز الهند استثناءاً برغم ان اصلها نباتي. والزيوت تحتوي احماض دهنية غير مشبعة (Unsaturated Fatty Acids) يحتاج الانسان إلى ثلاثة انواع من الاحماض الدهنية الاساسيةبالنسبة للجسم نظراً لعدم

أضف إلى معلوماتك

يعد حليب الام المصدر الرئيس والاساس للطفل، كونه الحليب الانسب له من الناحية الوظيفية والغذائية، وذلك لان مكوناته تتغير كماً ونوعاً تبعاً للتغيرات التي يمر بها الطفل بمراحل النمو المختلفة وان كل فترة من فترات نموه تحتاج الى مواد غذائية تتناسب مع تلك الفترة من حيث سهولة الهضم وقابلية الامتصاص ودخولها في عمليات البناء المختلفة. ويمر افراز حليب الام بثلاث مراحل هي:

1- مرحلة افراز اللبأ.
2- مرحلة انتقالية يتم فيها انخفاض اللبأ تدريجياً والبدأ بتكوين الحليب الطبيعي التام، وهذه الفترة الانتقالية تبدأ من اليوم الخامس وحتى الاسبوع الثالث أو الرابع من الرضاعة.
3- مرحلة تكوين الحليب الناضج وتبدا بعد الاسبوع الثالث أو الرابع من الرضاعة.

امكانية الجسم من تصنيعها. ان للدهون علاقة بمرض تصلب الشرايين (Atherosclerosis) حيث توجد ادلة على ان هذا المرض يحدث حينما يكون الطعام غنياً بالدهون المشبعة وفقيراً بالدهون غير المشبعة. ولقد وجد ان الاسكيمو الذين يعيشون في جزيرة الارض الخضراء (Green Land) والذين يتغذون على وجبات غذائية تتكون في الغالب من الاسماك قليلاً مايصابون بأمراض القلب والأوعية الدموية والالتهابات الروماتيزمية وغير ذلك من الامراض التي تنتج عنها الالتهابات، وذلك لان زيت السمك يحتوي على نوع من الاحماض الدهنية يدعى (اوميكا – 3) والتي ثبت من خلال الابحاث العلمية انه يقلل من حدوث امراض القلب.

(د) الفيتامينات (Vitamins)

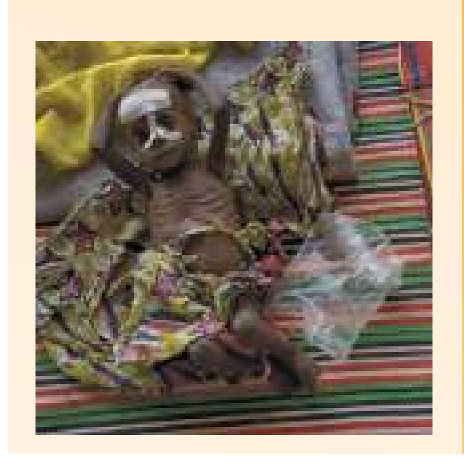
تتمثل الفيتامينات بمركبات عضوية بسيطة ليست من الكاربوهيدرات ولا من الدهون ولا من البروتينات والتي لايمكن للجسم ان يصنعها. ويحتاج الجسم الى كميات قليلة جداً من الفيتامينات في الوجبات الغذائية من اجل الحفاظ على وظائف خاصة في الخلايا. والفيتامينات لا تعتبر مصدراً للطاقة، ولكن لها دور مهم في نشاط بعض الانزيمات الهامة في عملية الايض. تقسم الفيتامينات بشكل رئيسي إلى نوعين حسب قابلية ذوبانها ، فهناك فيتامينات تذوب في الماء واخرى في الدهون (جدول 1–3).

(هـ) المعادن (Minerals)

تعد المعادن المختلفة ضرورية للجسم (جدول1–4) فبعض المعادن مثل الكالسيوم والفسفور والبوتاسيوم والكبريت والصوديوم والكلورين والمغنيسيوم يحتاج الجسم منها يومياً مالايزيد عن 100 مليغرام، وهذه المعادن الاساسية تعمل كعناصر مقومة للخلايا وللسائل الجسمي والمحتويات التركيبية للانسجة.

أضف إلى معلوماتك

طبقاً لاحصائية الامم المتحدة في عام 2010 وجد ان هناك مايزيد عن 500 مليون نسمة مصابين بأمراض سوء التغذية بضمنهم الاطفال والحوامل والمرضعات من النساء، حيث يكون سوء التغذية ذو آثار ضارة تقود إلى التقليل من تكاثر الخلايا في جسم الانسان والنمو وبشكل خاص في مخ الانسان وبالتالي يؤدي إلى تشوه عصبي.



هل تعلم ؟

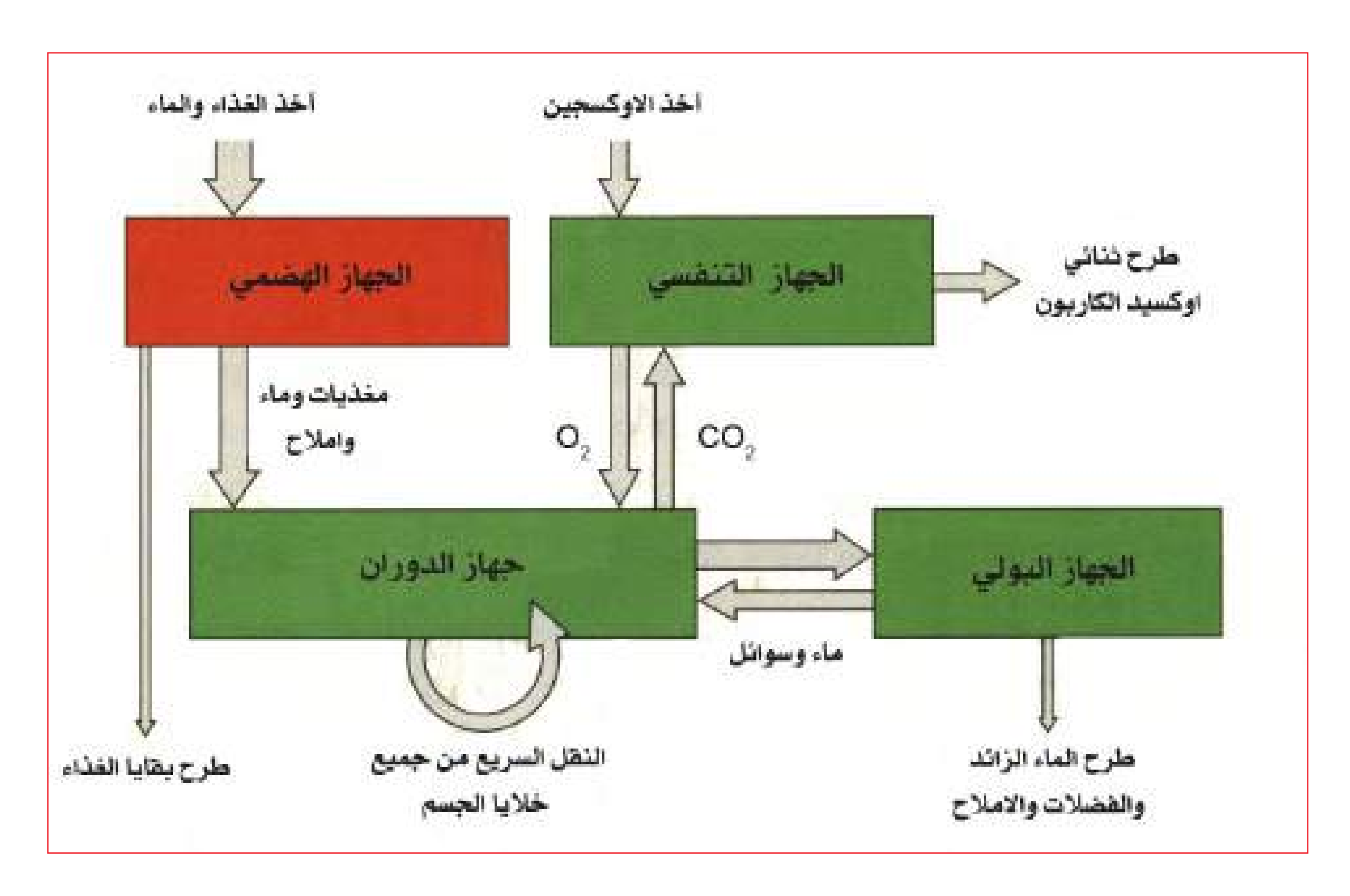
ان الانسان والكثير من الحيوانات الاخرى يستطيعون ان يعيشوا على وجبات تخلو من المواد الكاربوهيدراتية اذا حصلوا على السعرات الحرارية الموجودة في مثل هذه المواد الغذائية من مصادر اخرى، وان سكان الاسكيمو كانوا في عصور سابقة يتناولون وجبات غذائية تحتوي نسبة عالية من البروتين والدهون ونسبة قليلة من الكاربوهيدرات.

جدول (3-1). الفيتامينات ودورها في الجسم ومصادرها الغذائية (للاطلاع)

الفيتامينات	دورها في الجسم	المصدر الغذائي
أولاً : الفيتامينات الذائبة في الدهون		
1 - فيتامين A	البصر وصحة الجلد والشعر والعظام والاعضاءالتناسلية	الخضراوات ، منتجات الحليب
2 - فيتامين D	صحة العظام والاسنان	منتجات الحليب ، البيض ، اسماك التونة
3 - فيتامين E	تقوية غشاء خلايا الدم الحمر	الخضراوات الورقية، الحبوب
4 - فيتامين K	تخثر الدم ، ايض العظام	الخضراوات الورقية وبشكل خاص اللهانة
ثانياً : الفيتامينات الذائبة في الماء		
1 - الثيامين(B_1) Thiamine	ايض الكاربوهيدرات	اللحم ، الحبوب
2 - رايبوفلافين (B_2) Riboflavin	ايض الطاقة	الحبوب ، الحليب ، الخضراوات
3 - نياسين (B_3) Niacin	ايض الطاقة	اللحم ، الحبوب
4 - بيريدوكسين (B_6) Byredoxine	ايض الحوامض الامينية	اللحوم الحمراء ،الاسماك، الحبوب
5 - فيتامين (B_{12})	تكوين خلايا الدم الحمر	اللحوم ، منتجات الحليب
6 - بايوتين Biotin	ايض الكاربوهيدرات	البيض ومعظم الطعام
7 - حامض الفوليك Folic Acid	تكوين خلايا الدم الحمر ،وتكوين الـ RNA،DNA	الخضراوات الورقية، الحبوب،المكسرات (الفستق)
8 - حامض بانتوثينك Pantothenic Acid	ايض الطاقة	معظم الطعام
9 - فيتامين C Ascorpic acid	تكوين الكولاجين (بروتين الالياف)	الحمضيات ، الطماطة

جدول (1–4). المعادن ودورها في الجسم ومصادرها الغذائية (للاطلاع)

المعدن	الدور في الجسم	المصادر الغذائية
1– الكالسيوم (Ca)	يقوي العظام والاسنان، ويلعب دوراً في تقليص العضلات	منتجات الحليب ، الخضراوات الورقية
2– الفسفور (P)	يقوي العظام والاسنان	اللحوم ، منتجات الحليب ، الحبوب
3– البوتاسيوم (K)	التوصيل العصبي والتقلص العضلي	العديد من الفواكه والخضراوات
4– الكبريت (S)	تقويم البروتين	اللحوم ، منتجات الحليب
5– الصوديوم (Na)	التوصيل العصبي ، معادلة الاس الهيدروجيني (pH)	ملح الطعام
6– الكلورين (Cl)	معادلة الماء	ملح الطعام
7– المغنيسيوم (Mg)	تخليق البروتين	الحبوب ، الخضراوات الورقية
8– الزنك (Zn)	التئام الجروح ، ونمو الانسجة	الحبوب ، اللحوم
9– الحديد (Fe)	تخليق الهيموغلوبين	الحبوب ،البيض ،الخضراوات الورقية
10– الفلورين (F)	تقوية العظام والاسنان	مياه الشرب ، الشاي
11– النحاس (Cu)	تخليق الهيموغلوبين	الغذاء البحري ، الحبوب
12– اليود (I)	تخليق هورمونات الغدة الدرقية	ملح الطعام باليود ، الأسماك



مخطط يبين العلاقة الوظيفية بين الجهاز الهضمي والتنفسي والدوراني والبولي. ان هذه الاجهزة تعمل بالتآزر لتجهز الخلايا بالمواد الاولية وتطرح الفضلات (للاطلاع).

نشاط:

أكتب تقريراً عن العلاقة الوظيفية بين الجهاز الهضمي والتنفسي والبولي استعن بشبكة المعلومات في اغناء التقرير بالامثلة والمخططات التوضيحية.

تعريف ببعض المصطلحات التي وردت في الفصل (للإطلاع)

Autotrophs = ذاتية التغذية: وهي الكائنات الحية التي تستطيع ان تصنع غذائها بنفسها وذلك بتحويل المركبات اللاعضوية الى مركبات عضوية ضرورية لعملية النمو، كما هو الحال في الكائنات المنتجة (النباتات).

Carnivorous = آكلة لحوم (ضواري): حيوانات تتغذى على الانسجة الحيوانية (اللحم) كما هو الحال في الحيوانات المفترسة.

Chemosynthesis = البناء الكيميائي: عملية تتم بوساطتها تكوين او بناء جزيئات عضوية من جزيئات غير عضوية وبغياب الضوء كما هو الحال ببعض انواع البكتريا.

Chemotrophs = كيميائية التغذية: كائنات حية تستطيع الحصول على الطاقة نتيجة للتفاعلات الكيميائية اللاعضوية مثل اكسدة الحديد والكبريت، كما هو الحال في بعض انواع البكتريا.

Chloroplasts = البلاستيدات الخضر: عبارة عن تراكيب معقدة غنية بالاغشية، وتمثل مركز عملية البناء الضوئي.

Deposit Feeding = التغذية على الرواسب: تقوم الحيوانات التي تتغذى بهذه الطريقة بجمع الرواسب مستخدمة لواحقها الجسمية في ايصالها الى الفم كما في الديدان الحلقية (دودة الارض).

Detritivorous = آكلة الفتات العضوي: حيوانات تتغذى على مواد عضوية غير حية (فتات عضوي)، كما في بعض انواع اسماك القاع.

Fillter Feeding = التغذية الترشيحية: احد طرق التغذية التي تستخدم الحيوانات فيها تراكيب جسمية تحدث بوساطتها تيارات لدفع الماء والدقائق الغذائية بأتجاه الفم كما هو الحال في الرميح والكثير من اللافقريات.

Frugivorous = آكلة الثمار: حيوانات تتغذى على الثمار، كما هو الحال في بعض انواع الخفافيش.

Herbivorous = آكلة العشب او النبات: حيوانات تتغذى على مختلف انواع النباتات، كما هو الحال في المجترات.

Heterotrophs = متباينة التغذية: كائنات حية تعتمد على المركبات العضوية الجاهزة لكي تستمد الطاقة التي تستخدمها في عمليات النمو والتكاثر والحفاظ على النوع كما هو الحال في الحيوانات.

Insectivorous = آكلة الحشرات :كما في العديد من البرمائيات والزواحف والطيور والثدييات.

Omnivorous = القارتات: كائنات تتغذى على النباتات والحيوانات كالانسان.

Osmotrophs = اوزموزية التغذية: كائنات حية تحصل على غذائها من خلال الانتشار عبر الغشاء الخلوي.

Phagocytosis = عملية البلعمة الخلوية.

Phagotrophs = بلعمية التغذية: كائنات حية تستطيع الحصول على غذائها بما يعرف بالبلعمة الخلوية كما هو الحال في الاحياء وحيدة الخلية.

Photosynthesis = عملية البناء الضوئي: وهي العملية التي تستخدم فيها الكائنات الحية الطاقة الضوئية لتحويل ثنائي اوكسيد الكاربون (CO_2) والماء الى سكر ومركبات عضوية اخرى.

Pinocytosis = عملية الشرب الخلوي.

اسئلة الفصل الأول

س1 ضع علامة (✓) بجانب العبارة الصحيحة وعلامة (✗) بجانب العبارة الخاطئة وصحح الخطأ فيها ان وجد.

1. تحصل النباتات على مركبات غير عضوية من البيئة المحيطة لتنتج مواد ضرورية لعملية النمو.
2. يطلق على عملية التغذية التي يحصل فيها الكائن الحي على الطاقة من التفاعلات الكيميائية غير العضوية بالتغذية الكيميائية.
3. تتضمن تفاعلات الضوء تحلل الماء إلى هيدروجين واوكسجين، ويعمل الهيدروجين على اختزال المركب المعروف (ATP).
4. تحاط البلاستيدة الخضراء بغشاء ثنائي الطبقة، وغالباً ما تكون طبقته الخارجية ذات طيات يطلق عليها بأغشية السدى.
5. الفايكوبلينات (Phycobilins)، هي عبارة عن مركبات بروتينية تذوب في الماء وتتخذ اللون الازرق والاحمر وتعمل على امتصاص الطاقة الضوئية.
6. تمتلك بعض اللافقريات بلعوماً عضلياً مدعماً بفكوك كايتينية تستخدمها للقبض على الفريسة وابتلاعها.
7. يحدث الهضم الداخلي في الأوليات والاسفنجيات حيث يتم كاملاً داخل الخلية.
8. للقناة الهضمية غير المكتملة فتحة فم لادخال الطعام وفتحة مخرج لاخراج الفضلات.
9. يوجد في معدة الحيوانات المجترة خلايا تفرز الببسين والذي يعمل على تخثر اللبن ويكون نشاطه ضعيف في هضم البروتينات.
10. لا تحتوي عصارة الصفراء على انزيمات وهي تتكون من الماء واملاح الصفراء والصبغات وتنتج في خلايا الكبد.

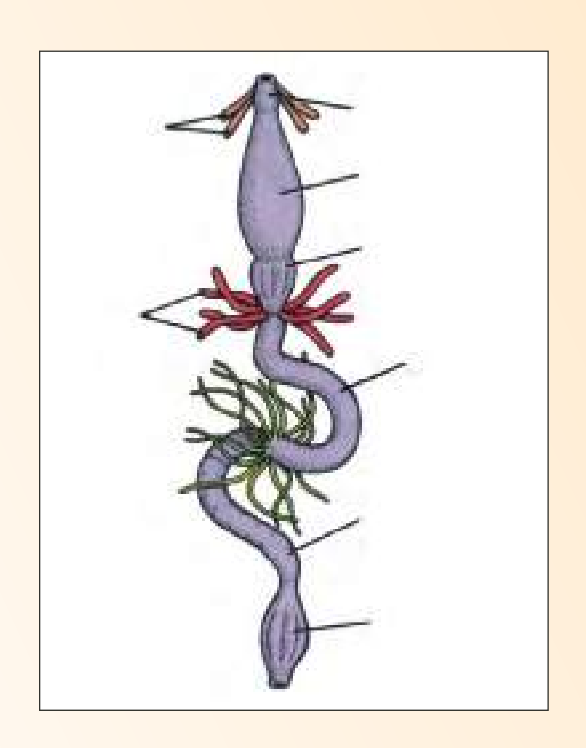
س2 عرف كل مما يأتي:

1- غشاء الثايلكويد (Thylakoid Membrane)
2- صبغات البناء الضوئي.
3. البناء الكيميائي (Chemosynthesis).
4- الهضم في الحيوان.
5. القانصة (Gizzard).
6- التفلوسول (Typhlosole).
7- التغذية
8- الهضم داخل الخلية.



س3 اكمل تأشيرات الاشكال الآتية:

1- القناة الهضمية في الصرصر.



2- البلاستيدة:



س4 قارن بين مايلي:

أ – تفاعلات الضوء وتفاعلات الظلام في عملية البناء الضوئي.

ب – الهضم الداخلي والهضم الخارجي في الحيوانات.

جـ – القناة الهضمية المكتملة وغير المكتملة.

د – أهمية عصارة الصفراء وأهمية عصارة البنكرياس في عملية الهضم.



التنفس والتبادل الغازي

(Respiration & Gas Exchange)

المحتويات

1-2	مقدمة
2-2	التنفس الخلوي
3-2	التنفس في النباتات
4-2	التنفس في الحيوانات
	اسئلة الفصل

النواتج التعليمية

يكون الطالب قادراً على أن:

1- يعرف التنفس الخلوي.

2- يشرح مضمون التنفس الخلوي من خلال مراحل اكسدة الكلوكوز الاربعة.

3- يقارن بين عمليتي البناء الضوئي والتنفس في النباتات.

4- يشرح ميكانيكيات التبادل الغازي في النباتات.

5- يعرف الثغور والعديسات ويقارن بينهما.

6- يقارن بين التنفس الخارجي والتنفس الداخلي.

7- يوضح مفهوم التنفس الخلوي الهوائي.

8- يشرح ميكانيكيات التنفس في الحيوانات.

9- يعرف التنفس الرغاموي (القصيبي).

10- يشرح مضمون التنفس الجلدي في الفقريات.

11- يشرح ميكانيكيات التنفس في الطيور.

12-يعدد اجزاء الجهاز التنفسي في الانسان.

13- بين وظيفة كل جزء من اجزاء الجهاز التنفسي.

14- يشرح آلية عملية الشهيق والزفير في الانسان.

15- يبين تركيب الحويصلات الهوائية في الرئتين.

16- يشرح عملية انتقال الغازات في الدم.



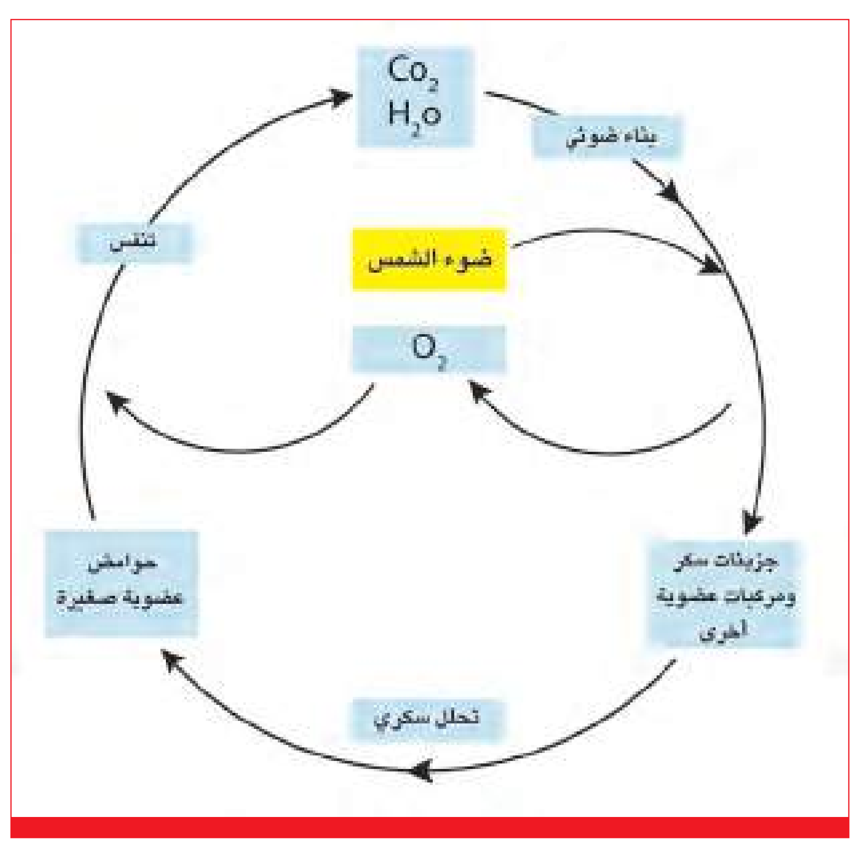
آلتنفس و التبادل آلغازي (Respiration and Gas Exchange)

2-1. مقدمة

المعروف ان الاحياء البدائية كانت تستخلص الطاقة من جزيئات السكر من خلال التحلل السكري (Glycolysis) والذي يؤدي إلى انشطار جزيئة السكر إلى جزيئتين من حامض عضوي، ويتحرر عند حدوث هذا الانشطار جزء من الطاقة من السكر، ولاتزال كل خلية تستعمل هذه الطريقة المنتجة للطاقة، وهناك العديد من الخلايا التي تحصل على جميع طاقتها من التحلل السكري. والاحياء المبكرة على مايبدو كانت تقوم بدورة مؤلفة من البناء الضوئي والتحلل السكري. بالرغم من ان لها العديد من نقاط الضعف ومنها:

1. تطلق عملية التحلل السكري اقل من 0.1٪ من الطاقة المخزونة في الكلوكوز بعملية البناء الضوئي.
2. تكون التراكيز العالية من منتجات التحلل السكري سامة للخلايا بضمنها الخلية المكونة لها.
3. ان الاوكسجين المنطلق كناتج عرضي لعملية البناء الضوئي هو الآخر سام للعديد من الخلايا اذا ماتجاوز في تركيزه حدود معينة.
4. لايقدم التحلل السكري عادة مايسد النقص في ثنائي اوكسيد الكاربون المستعمل لانجاز عملية البناء الضوئي، والذي لايمكن ان يستمر بدونه البناء الضوئي.

ان البناء الضوئي والتحلل السكري والتنفس الخلوي هي مسالك رئيسة لدورة ضخمة تنساب فيها ذرات الكاربون باستمرار خلال اشكال الحياة الموجودة على الارض (شكل 2-1).



شكل (2-1). الاتجاهات الرئيسة لدورة الكاربون

تحتاج الكائنات الحية الطاقة الضوئية لانجاز فعالياتها الحيوية، وتتحرر هذه الطاقة من تجزئة جزيئات الطعام بوساطة عمليات الاكسدة حيث يعمل الأوكسجين كمستقبل نهائي للالكترونات، واكسدة جزيئات الغذاء توصف بأنها ازالة للالكترونات، وليست اتحاد لجزيئات الأوكسجين الجزيئي مع جزيئات الوقود. واثناء استخدام الأوكسجين بوساطة خلايا الجسم ينتج ثنائي أوكسيد الكاربون (CO_2) وهذه العملية تسمى التنفس.

يمكن ان تقاوم بعض الحيوانات الجوع لعدة شهور حيث تتغذى على الدهون المخزونة في اجسامها، ولكنها لاتتمكن من العيش بدون أوكسجين حتى لفترة قصيرة وذلك لان هذا الغاز لايخزن في الجسم. وتحصل معظم الحيوانات على الأوكسجين من محيطها.

أضف إلى معلوماتك

يتضمن التنفس عملية التبادل الغازي بين خلايا الكائن الحي والمحيط الخارجي وهو يشتمل التزويد بالاوكسجين وازالة ثنائي اوكسيد الكاربون الناتج من الفعاليات الحيوية التي تجري داخل الخلية. وتستطيع الاحياء وحيدة الخلية والمتعددة الخلايا الصغيرة الحجم الحصول على كفايتها من الاوكسجين وذلك باخذه من المحيط عن طريق سطح الجسم والتخلص من ثنائي اوكسيد الكاربون بالطريقة نفسها، اما في الاحياء الاكبر حجماً فان التبادل الغازي يكون ممكناً لوجود عدد من التكيفات الخاصة التي تضمن وصول الاوكسجين الى جميع خلايا الجسم.

والمعروف ان الحياة نشأت في البحار حيث ما زالت تعيش فيه العديد من الحيوانات، وهذه الحيوانات منذ نشأتها ومازالت تتنفس الهواء المذاب في الماء، ولكن ظهرت في فترات جيولوجية سابقة حيوانات تركت الماء إلى اليابسة واصبحت برية المعيشة مما تطلب منها امتلاك تكيفات لتنفس الهواء الحر، ولعل هذا التغير في محيط المعيشة تبعته تغيرات كثيرة في الاعضاء التنفسية وكذلك في الطرق التنفسية. ففي مختلف الحيوانات تخصصت اعضاء واجهزة للتنفس والتي منها غطاء الجسم أو الجلد او الخياشيم او الرئات وفي كل منها يوجد غشاء رطب وناضح تدخل من خلاله جزيئات الأوكسجين وتطرح جزيئات ثنائي أوكسيد الكاربون.

ماهو الأيض ؟

يقصد بالايض الخلوي كل العمليات الكيميائية التي تحدث في الخلية، وغالباً ما تسمى عمليات ايضية وسطية، وذلك ان تبادل المادة والطاقة بين الخلية وبيئتها يتم بخطوات خلال مسارات كيميائية مكونة من العديد من الوسائط، او النواتج الايضية.

2-2. التنفس الخلوي (Cellular Respiration):

يمكن ان يعرف التنفس الخلوي بأنه احد العمليات الخلوية التي تتطلب الأوكسجين وتعطي ثنائي أوكسيد الكاربون (CO_2)، وهي تتضمن تكسير (تجزئة) كاملة لجزيئة الكلوكوز (Glucose) إلى ثنائي أوكسيد الكاربون (CO_2) وماء (H_2O) وكذلك الى الطاقة.

يتضمن التنفس الخلوي حاجة الخلية نفسها إلى طاقة (Energy) وهذه تأتي عن طريق سلسلة من العمليات تحصل على نواتج هضم الطعام والمتمثلة بسكر الكلوكوز والحوامض الدهنية والكليسرول والحوامض ألامينية، وهذه السلسلة من التفاعلات كثيرة التعقيد يشترك بها العديد من الانزيمات فضلاً عن الانزيمات المساعدة (Coenzymes) اضافة إلى بعض الايونات.

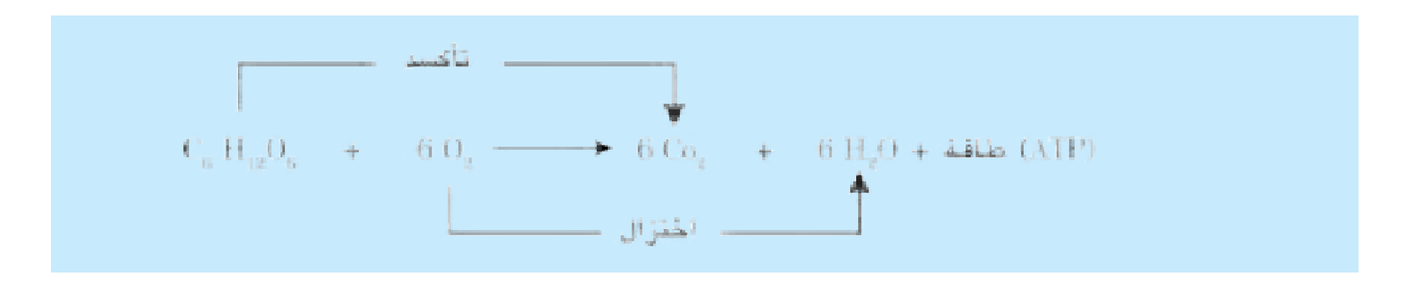
وجزيئة الكلوكوز تكون عالية الطاقة ونواتج تجزئتها المتمثلة بثنائي أوكسيد الكاربون والماء تكون واطئة الطاقة وعليه يمكن ان نتوقع ان هذه العملية سوف تحرر طاقة.

ان عملية تجزئة جزيئة الكلوكوز تعني ازالة الالكترونات من المادة الاساس واستلامها من قبل ذرة الأوكسجين والتي تتحد فيما بعد مع الهيدروجين (H) لتنتج ماء (H_2O) والمعادلة الآتية تقدم توضيحاً لهذا التفاعل:

تذكر

* **التنفس الخارجي**
(External Respiration)
هو عملية التبادل الغازي بين الدم والمحيط الخارجي.

* **التنفس الداخلي**
(Internal Respiration)
هو عملية التبادل الغازي بين الدم ومختلف خلايا الجسم.

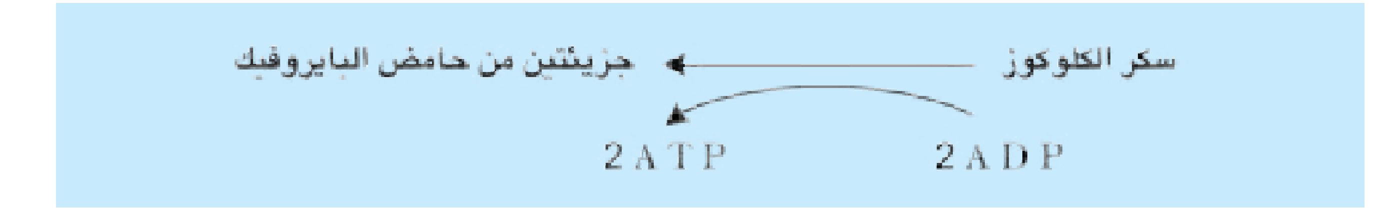


ان مركب الادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) هو غاية في الاهمية ولايمكن للحياة ان توجد بدونه، فهو يوفر الطاقة اللازمة للتقلص العضلي وللافرازات الغدية ونقل الايعازات والحوافز العصبية وكذلك في النقل الفعال لمعظم المواد عبر الاغشية الخلوية، كما تفيد هذه الطاقةفي تصنيع مواد ذات جزيئات معقدة من المركبات البسيطة كتصنيع البروتين وبناء الانسجة بمختلف انواعها من خلال ارتباط الاحماض الامينية. وبذلك يتحول الادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) خلال هذه العمليات إلىادينوسين ثنائي الفوسفات (ADP).

ان هذا يؤشر الحاجة إلى طاقة مصدرها التفاعلات المحررة للطاقة اثناء تحلل المواد الغذائية، وبما ان الكلوكوز هو اهم مصدر للطاقة فعملية حرقه تبدأ داخل الخلية عن طريق فسفرته (اضافة الفسفوراليه) أولاً وتليها عمليات اخرى اخرها انشطار جزيئته إلى جزيئتين من حامض البايروفيك (Pyruvic Acid) وتدعى هذه العملية بالتنفس اللاهوائي (Anaerobic Respiration) حيث لايستعمل الأوكسجين وتسمى ايضاً بتحلل الكلوكوز أو التحلل السكري (Glycolysis).

هل تعلم ؟

ان جسم الانسان يستطيع ان يستخلص 39٪ من الطاقة المتوفرة في الكلوكوز ويستخدمها في فعالياته، بينما لايمكن للسيارة ان تستخلص اكثر من 20-30 ٪ من طاقة الوقود (زيت الغاز) وتحوله إلى حركة.



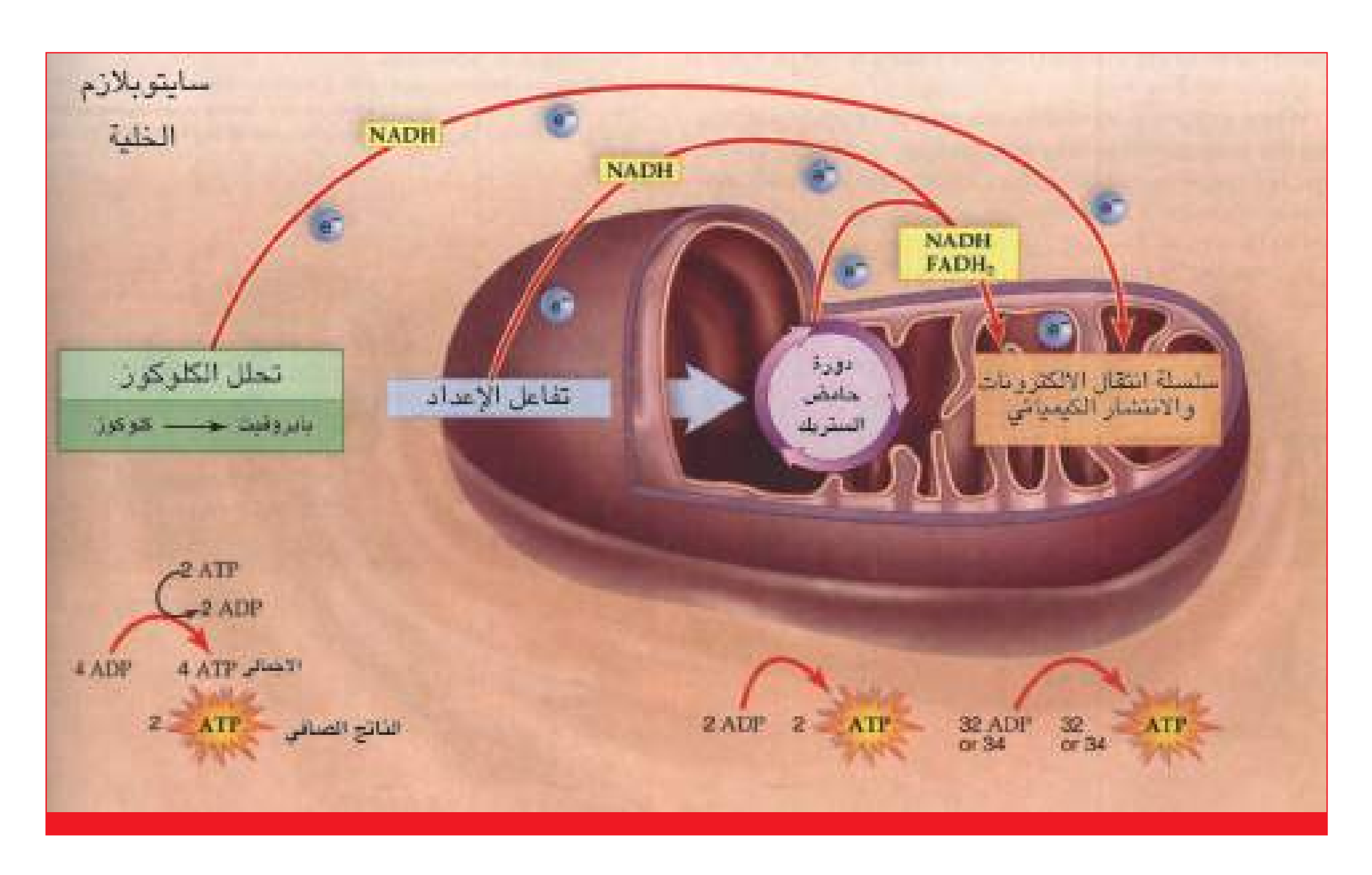
2-2-1. مراحل ألتنفس الخلوي (Phases of Cellular Respiration):

تتضمن عملية أكسدة الكلوكوز بوساطة ازالة ذرات الهيدروجين أربع مراحل (شكل 2-2). وعملية تجزئة الكلوكوز تحصل في مراحلها الاولى خارج مايتوكوندريا الخلية ولاتحتاج لوجود الأوكسجين، وعليه فأن عملية تحلل الكلوكوز عملية لاهوائية (Anaerobic). والمراحل الثلاث الاخرى للتنفس الخلوي تحصل

داخل المايتوكوندريا عندما يكون الأوكسجين هو المتقبل النهائي للالكترونات، ويمكن ايجاز هذه المراحل بالآتي:

1 المرحلة الأولى: خلال عملية تحليل الكلوكوز يحصل تجزئة لجزيئة الكلوكوز في سايتوبلازم الخلية إلى جزيئتين من البايروفيت (Pyruvate). وعملية الاكسدة هذه تزيل ذرات الهيدروجين الناتجة في (NADH) Nicotinamide Adenine Dinucleotide وهو انزيم مساعد يجهز طاقة كافية لتكوين جزيئتين من (ATP).

2 المرحلة الثانية: خلال مرحلة تفاعل الاعداد يدخل البايروفيت إلى المايتوكوندريا ويتأكسد إلى مجموعة استيل ثنائي الكاربون (2-Carbon Acetyle group) يحمل بوساطة الانزيم المساعد (CoA)، ويتكون NADH وناتج المخلفات من CO_2 يزال. وتنتهي عملية تحليل الكلوكوز مع جزيئتين من البايروفيت، وعملية تفاعل الاعداد تحدث مرتين لجزيئة الكلوكوز.



شكل(2-2). المراحل الاربعة لاكمال عملية تحليل جزيئة الكلوكوز. وتشمل عملية تحلل جزيئة الكلوكوز في سايتوبلازم الخلية حيث تنتج البايروفيت (Pyruvate) والذي يدخل الى المايتوكوندريا اذا توفر الأوكسجين. تفاعل الاعداد ودورة حامض الستريك التي تحصل داخل المايتوكوندريا. كذلك يحصل داخل المايتوكوندريا انتقال الالكترونات وفيها تستلم الالكترونات المزالة من جزيئة الكلوكوز. ونتيجة تحلل جزيئة الكلوكوز تنتج 36-38 ATP تبعاً لخصوصيات الخلية.

3. مرحلة دورة حامض الستريك (Citric Acid Cycle) وتتمثل بسلسلة دائرية لتفاعلات الاكسدة تتم في قالب المايتوكوندريا والتي تنتج NADH، FADH2 ويطرح فيها ثنائي أوكسيد الكاربون وتنتج ATP واحدة. ودورة حامض الستريك تحصل مرتين وذلك لدخول جزيئتين من الاستيل- الانزيم المساعد A (CoA) لكل جزيئة كلوكوز، وككل فأن دورة حامض الستريك تفسر تكون 2ATP لكل جزيئة كلوكوز.

4. المرحلة الرابعة: تمثل هذه المرحلة سلسلة انتقال الالكترون وتتم داخل غشاء المايتوكوندريا، وفيها تنقل الالكترونات المزالة من الكلوكوز والعابرة من حامل إلى آخر وصولاً إلى النهاية حيث تستقبل بوساطة الأوكسجين والذي بدوره يتحد مع ايون الهيدروجين وينتج الماء. ولكون الالكترونات تعبر من حالة الطاقة العالية إلى الطاقة الواطئة، فأن الطاقة المتحررة فيما بعد تستخدم لتكوين ATP بوساطة الاوزموزية الكيميائية أو التناضح الكيميائي (Chemiosmosis). والالكترونات من جزيئة كلوكوز واحدة تنتج 32-34 ATP معتمدة على ظروف معينة (لاحظ الشكل 2-2) وتبين عدد ATP المتكون خلال كامل عملية التحلل خارج المايتوكوندريا وداخلها.

2-3. التنفس في النباتات (Respiration in Plants)

لاتمتلك النباتات اعضاء تنجز عملية التنفس أو التبادل الغازي مع المحيط الخارجي، إلا إن هذه العملية قد تنجز بأساليب متعددة تتناسب وطبيعة أو خطة بناء الجسم في هذه الاحياء، ففي النباتات الوعائية تكون جميع الخلايا الحية تقريباً بتماس مع المحيط الخارجي وبذا فأن الأوكسجين بامكانه الوصول مباشرة إلى الخلايا وبطرق وميكانيكيات مختلفة فالثغور تسمح بدخول الهواء إلى الأوراق وهكذا ينتشر الأوكسجين إلى داخل النباتات. وقد يذوب بعض الأوكسجين في الماء ويصل إلى الصفائح المنخلية وتنقله الانابيب المنخلية بدورها إلى مختلف اجزاء الساق والجذر. وتحتفظ خلايا الجذر ببعض الأوكسجين الذي تحصل عليه وهو مذاب في ماء التربة، ويذهب الغالب من الأوكسجين إلى أوعية الخشب ومن ثم يتوزع إلى نسيج الساق والأوراق. ولابد من الاشارة إلى ان النباتات ذات السيقان الخضر تقوم الثغور فيها باستخلاص الأوكسجين، والنسيج الاخضر في النباتات ينتج الأوكسجين بعملية البناء الضوئي فيكون مصدراً آخر لهذا الغاز.

وفي اتجاه آخر فأن ثنائي أوكسيد الكاربون الناتج من عملية التنفس في النباتات الوعائية ينتشر مباشرة إلى المحيط الخارجي ومن خلال الخلايا التي تكون بتماس مع المحيط الخارجي (التربة والهواء). اما الخلايا التي تقع داخل جسم النبات وبعيدة عن المحيط الخارجي فتحرر ثنائي أوكسيد الكاربون إلى أوعية الخشب والانابيب المنخلية، ومن ثم يمر الغاز عبر الثغور (Stomata ومفردها Stoma) إلى الجو. وعليه فأن عملية التبادل الغازي في النباتات تكون مباشرة بمعظمها مادام الكثير من الانسجة الحية على اتصال مباشر بالمحيط الخارجي.

وتتم عملية التبادل الغازي في السيقان المعمرة بوساطة العديسات (Lenticels) حيث تحل محل الثغور والتي تتمزق مع البشرة نتيجة النمو الثانوي للسيقان.

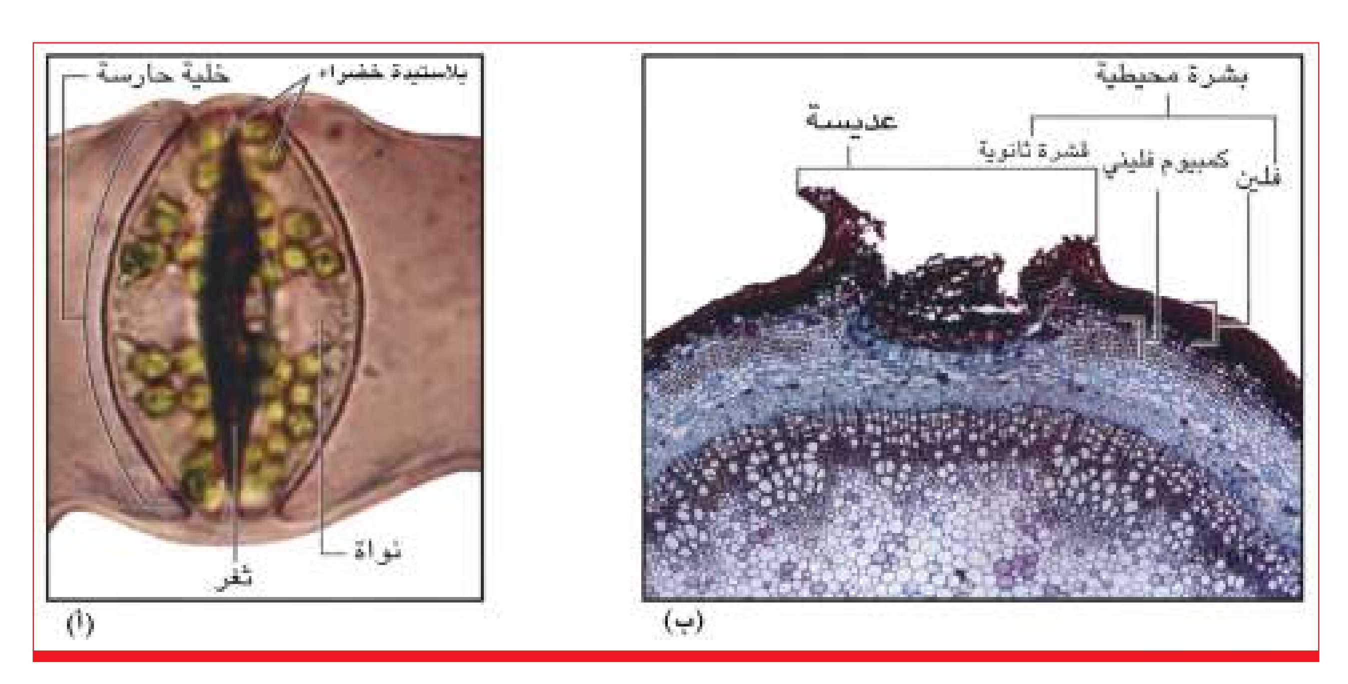
1-3-2. ميكانيكيات التبادل الغازي في النباتات:

تختلف عملية التبادل الغازي (التنفس) في النباتات عن عملية البناء الضوئي، اذ ان عملية التبادل الغازي (التنفس) التي تحدث بين النباتات الخضر والجو المحيط تتم اثناء النهار والليل مع الأخذ بنظر الاعتبار وجود بعض الفروقات في ميكانيكيات انجاز هذه العملية. ففي النهار تحدث كل من عمليتي البناء الضوئي والتنفس في الأوراق فالبناء الضوئي يستخدم ثنائي أوكسيد الكاربون ويطلق الأوكسجين بينما يستهلك التنفس الأوكسجين ويحرر ثنائي أوكسيد الكاربون إلى الجو. وعادة تجري عملية البناء الضوئي بمعدلات اسرع من المعدلات التي تجري بها عملية التنفس بحيث يستخدم ثنائي أوكسيد الكاربون الناتج من عملية التنفس مباشرة في عملية البناء الضوئي بوساطة الانسجة الخضراء، اما الأوكسجين المتحرر في عملية البناء الضوئي فهو يستعمل في عملية التنفس وما يزيد عن حاجة عملية التنفس يطلق إلى الهواء.

ان النباتات الخضر تعطي الأوكسجين وتأخذ ثنائي أوكسيد الكاربون خلال عملية البناء الضوئي ويحصل ذلك خلال النهار، اما في الليل فتتوقف عملية البناء الضوئي وتستمر عملية التنفس وفي هذه العملية يحصل العكس حيث تعطي النباتات الخضر ثنائي أوكسيد الكاربون وتأخذ الأوكسجين.

توجد في النباتات بعض التراكيب التي تلعب دوراً مهماً واساسياً في ميكانيكية التبادل الغازي في كلا عمليتي البناء الضوئي والتنفس، وهي توجد في الأوراق وتسمى الثغور (Stomata) (شكل 2-3)، والتي لها القابلية على ان تفتح وتغلق، وبفعل عملية الانغلاق والانفتاح يدخل الأوكسجين إلى الأوراق وينتشر في الفسح الهوائية، ويذوب بعضه في الماء ويصل إلى الانابيب المنخلية والتي بدورها تنقله إلى مختلف انسجة السيقان والجذور.

وكما ذكرنا سابقاً فأن السيقان المعمرة تحوي تراكيب يطلق عليها العديسات (Lenticels) (شكل 2-3)، حيث يدخل الأوكسجين من خلالها ماراً إلى الأوعية الخشبية ويذوب في الماء الذي ينقله إلى الأوراق، أو قد يذوب الأوكسجين في ماء الانابيب المنخلية والتي بدورها تنقله إلى الجذور. وفي النباتات المائية يدخل الأوكسجين عن طريق الجذور بعد ان يذوب في الماء، أو من خلال سطوح السيقان المعرضة للهواء الخارجي.



شكل (2-3). الثغور والعديسات في النباتات. (أ) ثغر في ورقة نبات، (ب) عديسة في الطبقة الفلينية من البشرة المحيطية في السيقان المعمرة.

4-2. التنفس في الحيوانات (Respiration in Animals):

تحتاج جميع الحيوانات الاوكسجين لانجاز العمليات الايضية (Metabolic Processes) والتخلص من ثنائي اوكسيد الكاربون، وتدعى عملية التبادل الغازي هذه مع العمليات المرافقة لها بالتنفس (Respiration). ولكنها لاتستطيع ان تعيش بدون اوكسجين حتى لفترة قصيرة حيث لايوجد خزين له في الجسم.

ان التباين في بيئات الحيوانات انتج تبايناً تركيبياً كبيراً في اجهزة وطرق تنفسها فبعض الحيوانات تتنفس عن طريق جدار الجسم (Body Wall) والبعض الآخر عن طريق الخياشيم، وهناك انواع تتنفس عن طريق الرئات (Lungs). وهذه التراكيب متباينة في المظهر الخارجي الا انها تقوم بنفس الوظيفة (شكل 2-4)، ففي كل منها هناك غشاء رطب وناضح تنفذ من خلاله جزيئات الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون.

1-4-2. مستويات التنفس (Levels of Respiration):

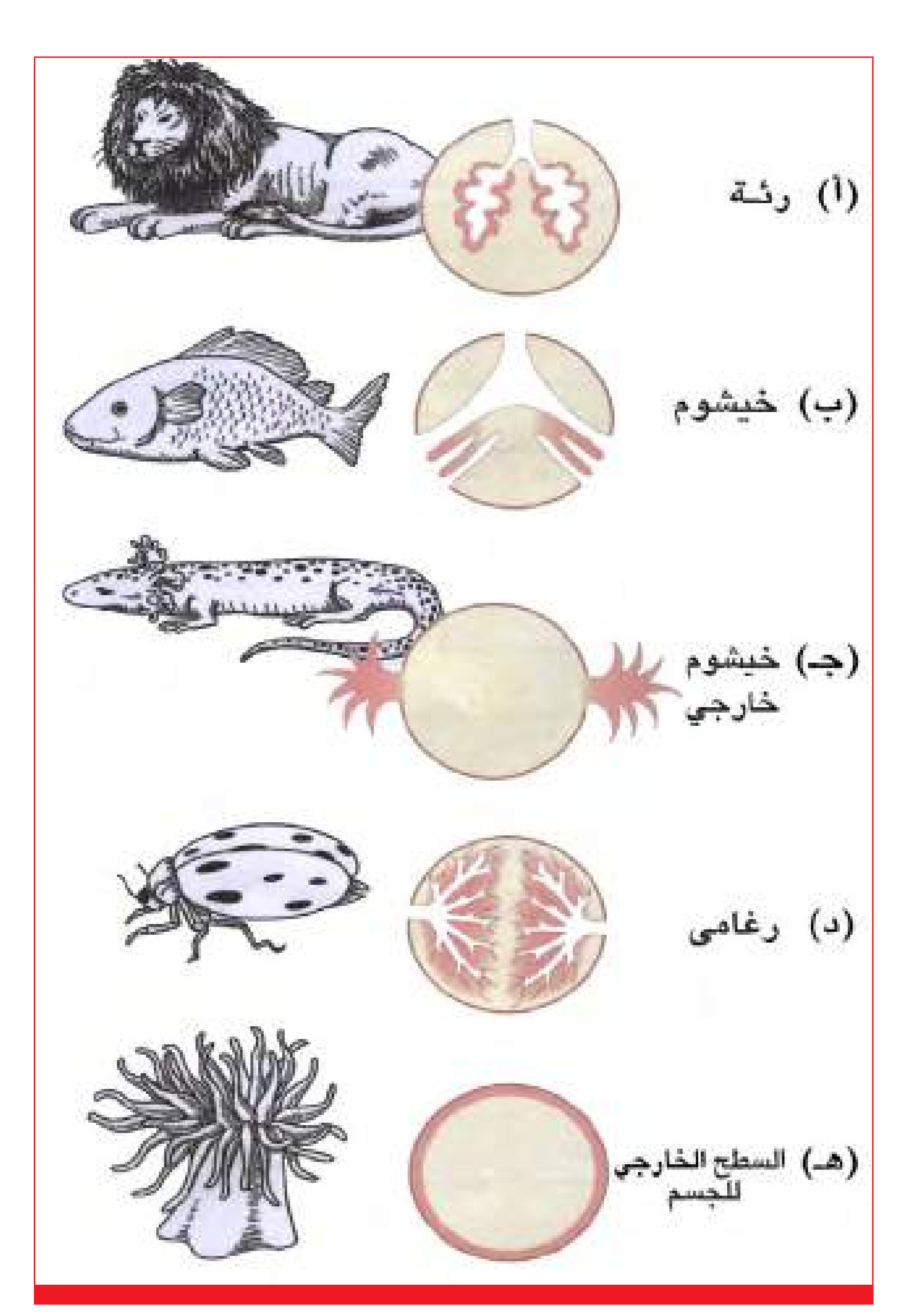
يحصل التنفس في الحيوانات بثلاثة مستويات هي :

1 التنفس الخارجي (External Respiration): يحدث التبادل الغازي للاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون في هذا النوع بين السطح التنفسي الرطب لجسم الحيوان والذي يكون بتماس مع المحيط الخارجي والدم في الأوعية الدموية القريبة من السطح (شكل 2-5).

2 التنفس الداخلي (Internal Respiration): تتم عملية التبادل الغازي في هذا النوع من التنفس بين الخلايا والدم (شكل 2-5).

3 التنفس الخلوي الهوائي (Aerobic Cellular Respiration): يحصل في هذا النوع استهلاك للاوكسجين وتحرير ثنائي اوكسيد الكاربون من الخلية نفسها ولذلك يدعى بالتنفس الخلوي والذي يكون ناتجه الاساسي تكوين الطاقة (Energy).

وهناك بعض الطفيليات المعوية وبعض اللافقريات الاخرى يكون محيطها بدون اوكسجين أو قد يوجد بنسبة قليلة، وهذه الحيوانات تتنفس تنفساً لاهوائياً (Anaerobic Respiration) وتحصل على الطاقة في غياب الاوكسجين من خلال عملية تحليل السكر (الكلوكوز) (Glycolysis).



شكل (2-4). التنوع في السطوح التنفسية في الحيوانات المختلفة (للاطلاع). (أ) الرئتان في الاسد، (ب) الخياشيم او الغلاصم في الاسماك، (جـ) الخياشيم الخارجية في السلمندر (نوع من البرمائيات)، (د) الجهاز الرغاموي (القصيبي) في الخنفساء، (هـ) سطح الجسم في الاسفنجيات.

أضف إلى معلوماتك

ينتشر كل غاز بمعزل عن الآخر وحسب قوانين انتشار الغازات، ففي حالة الاختلاف في الضغط الانتشاري (Diffusion Pressure) بين خارج غشاء الخلية وداخله فان المزيد من الجزيئات تنتقل باتجاه المنطقة ذات الضغط الجزيئي الواطئ، وان الضغط الجزيئي للاوكسجين في الهواء والماء هو اكثر بكثير من ضغطه داخل جسم الكائنات الحية ولهذا فان الاوكسجين يميل للنفاذ عبر سطح غشاء الخلية الى داخلها، اما الضغط الجزيئي لثنائي اوكسيد الكاربون فهو اكثر بكثير داخل الخلية منه خارجها ولهذا يميل للنفاذ خارجاً منها، وهذان التبادلان يحصلان في وقت واحد.

تنفس خارجي (رئات)
CO_2
O_2
CO_2
O_2
خلايا نسيج تنفس داخلي

شكل (2–5). التنفس الخارجي والتنفس الداخلي

2-4-2. ميكانيكيات التنفس (Breathing Mechanisms):

تظهر الاحياء ميكانيكيات تنفسية متنوعة يترتب عليها تكيفات تركيبية تتناسب والوسط المحيط بها. ففي الاحياء وحيدة الخلية تحصل عملية التبادل الغازي بالانتشار البسيط. اما الاحياء الاكبر فتحتاج إلى جهاز تنفسي ذو سطوح غشائية رطبة تهيء سطح انتشاري كافٍ للمتطلبات الايضية، والاحياء الاكثر نشاطاً تتطلب جهاز دوران (جهاز دموي) لنقل الغازات بين الاغشية التنفسية والخلايا.

فالاحياء المائية تمتلك تراكيب تنفسية تستطيع ان تستخلص الاوكسجين من الوسط السائل، حيث ان كمية الاوكسجين في الماء تكون قليلة (تبلغ نسبتها في الماء أقل مما هي في الهواء) وكلما كانت درجة حرارة الماء عالية كلما انخفضت كمية الاوكسجين فيه. وتكون عادة السطوح التنفسية اكبر نسبياً في الحيوانات المائية مما هي عليه في الحيوانات الارضية.

تضم السطوح التنفسية سطح الجسم (Body Surface)، والاجهزة الرغاموية (القصيبية) (Tracheal systems)، والخياشيم (Gills)، والرئات (Lungs)، وكل منها متكيف للحصول على الاوكسجين من البيئة التي يعيش فيها الحيوان.

3-4-2. التنفس في اللافقريات (Respiration in Invertebrates):

تظهر اللافقريات تبايناً كبيراً في اشكال اجسامها وطرق التبادل الغازي فيها وكما يأتي:

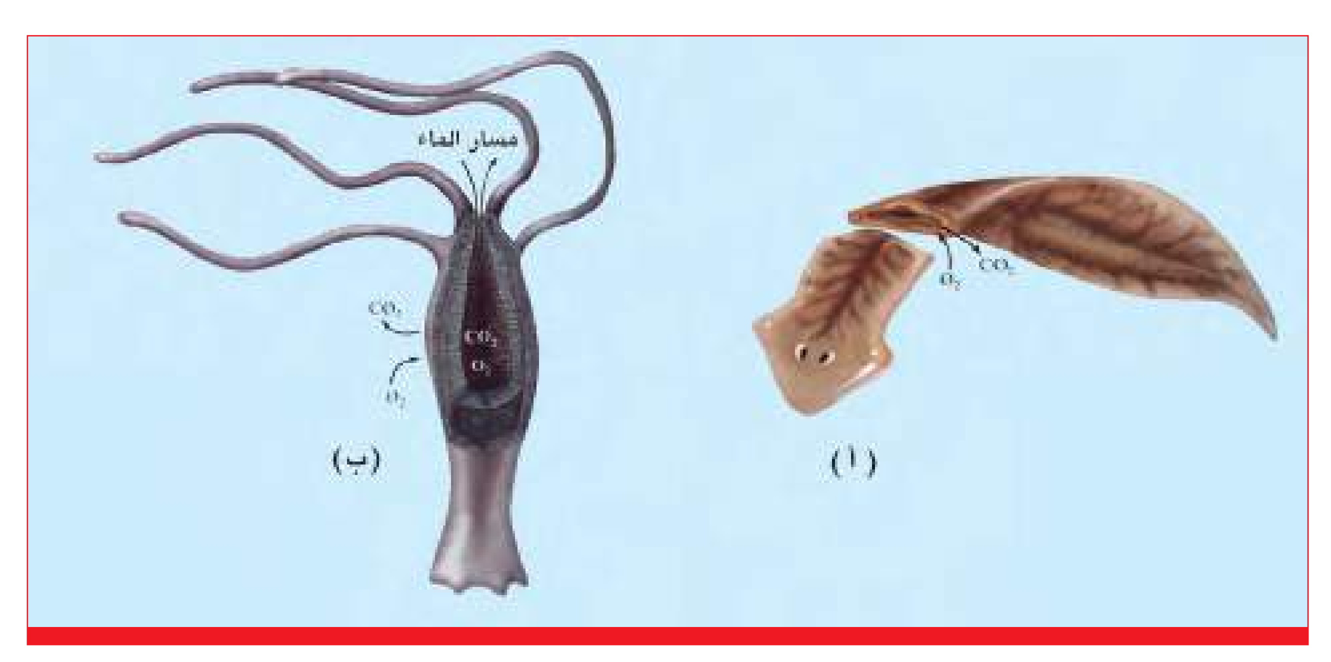
1- التنفس الجلدي (Cutaneous Respiration):

تتم عملية التبادل الغازي في الاحياء وحيدة الخلية بطريقة الانتشار البسيط، حيث يكون غشاء الخلية لهذه الاحياء بتماس مع المحيط الخارجي وبالتالي تستطيع ان تحصل على كفايتها من الاوكسجين.


الهايدرا (Hydra)

وتستخدم اللافقريات متعددة الخلايا ستراتيجيات مختلفة لتبادل الغازات. واحدى هذه الستراتيجيات هو ان تكون اجسامها مسطحة بحيث يلامس سطح الجسم البيئة المحيطة الغنية بالاوكسجين مثال ذلك في الهايدرا (Hydra) والبلاناريا (Planaria) حيث تحصل هذه الاحياء على الاوكسجين بالانتشار عبر جدار جسمها الرقيق وامتداداته (شكل 2-6).

وتستطيع اللافقريات الاكبر مثل الحلقيات (دودة الارض) الحصول على الاوكسجين بميكانيكية مختلفة، حيث تتم عملية التبادل الغازي بين الخلايا وسطح الجسم بوساطة جهاز الدوران فيها.



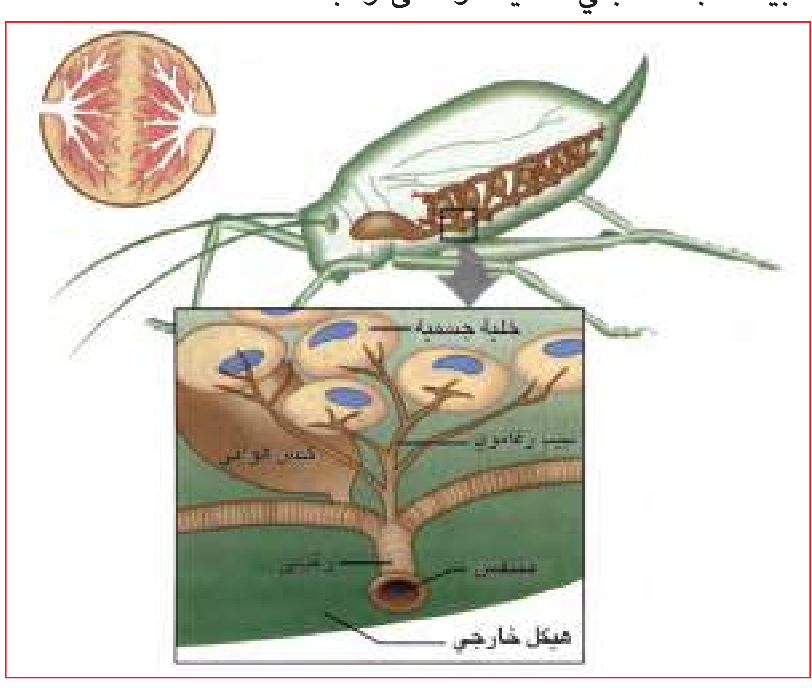
شكل (2-6). التبادل الغازي وعلاقته بشكل الجسم (للاطلاع). (أ) البلاناريا (Planaria) شكل الجسم المسطح يسمح لحصول التبادل الغازي في معظم الخلايا في سطح الجسم، (ب) الهايدرا (Hydra) كل خلية في الجسم قريبة من مصدر الاوكسجين.

2- التنفس الخيشومي (Gill Respiration):

تمثل الخياشيم اعضاء تنفسية للاحياء في البيئة المائية وهي تكون عادة بشكل تراكيب بسيطة ممثلة بامتدادات خارجية من سطح الجسم مثل الحليمات الجلدية كما هو الحال في نجم البحر أو بشكل عناقيد خيشومية كما في الديدان البحرية.

3- التنفس الرغاموي أو القصيبي (Tracheal Respiration):

يحدث مثل هذا التنفس في مفصليات الارجل الارضية (Terrestrial Arthropods) بضمنها الحشرات، وعديدة الارجل والعناكب وهذه ذات هيكل خارجي يحميها من الماء. تمتلك هذه الحيوانات جهاز انبوبي متفرع يطلق عليه الجهاز الرغاموي (القصيبي) (Tracheal) (شكل 2-7) وهذه الانابيب تكون بسمك صف واحد من الخلايا مغطاة بالكيوتكل يمنع انكماشها، والرغامى تفتح إلى الخارج من خلال زوج من الفتحات يطلق عليها المتنفس (Spiracle) على طول القطع الجسمية للحيوان. وفي العديد من الانواع توجد صمامات تحمي المتنفس وقد تغلقه في البيئة الجافة لتبقي خلايا الرغامى رطبة.



شكل (2-7). الجهاز الرغاموي أو القصيبي (Tracheal) في الحشرات.
(للاطلاع)

أضف إلى معلوماتك

تعرف الخياشيم بانها عبارة عن لواحق جسمية مختصة بشكل رئيس بعملية التبادل الغازي، وهي تعد اعضاء تنفس نموذجية بالنسبة للحيوانات المائية.

تكون الخياشيم على نوعين الاول هو الخياشيم الخارجية التي تنشأ كبروزات مجوفة من سطح الجسم، أو خياشيم داخلية وهذه توجد داخل ردهات بلعومية.

هل تعلم ؟

ان دودة الحرير (Silkworm) لها مليون ونصف من الانابيب الرغاموية.

تتفرع الرغامى إلى تفرعات انبوبية دقيقة يطلق عليها رغيمويات (نبيبات رغاموية) (Tracheoles)، وهذه تمد تفرعاتها حول الخلايا، وقد تفتح الرغامى في كيس هوائي في بعض مناطق الجسم كما في تجويف الجسم وفي الارجل وهذه الاكياس الهوائية تخفف من وزن جسم الكائن الحي لتسهيل حركته.

2-4-4. التنفس في الفقريات (Respiration in Vertebrates):

كما هو الحال في اللافقريات فان الفقريات هي الاخرى لها طرق وتراكيب تنفسية خاصة بها تتناسب وتنوع البيئة التي تعيش فيها ومنها مايأتي:

1- التنفس الجلدي (Cutaneous Respiration):

تستخدم بعض الفقريات الجلد كعضو تنفس مساعد كما هو الحال في بعض الاسماك والبرمائيات، فثعبان السمك (السمك الثعباني) يمكنه ان يتبادل 60% من الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون بداخله، ومن جلده المليء بالاوعية الدموية. ويلعب الجلد دوراً مهماً في عملية التنفس في البرمائيات خصوصاً خلال فترة السبات الشتوي، ويساعدها في ذلك كون جلدها رقيقاً جداً وذا تجهيز دموي غزير وغدد مخاطية منتشرة بشكل واسع في الجلد لتقوم بترطيبه.

وبشكل عام يتم التبادل الغازي في الجلد بعملية الانتشار بين الجلد والمحيط المائي، ويساعد في انجاز هذه العملية وجود الصبغات التنفسية. وقد تكون عملية التنفس الجلدي في بعض البرمائيات مثل بعض انواع السلمندرات هي الوحيدة كون هذه الحيوانات تنعدم فيها الخياشيم والرئات.

2- التنفس الخيشومي (Gill Respiration):

تمثل الخياشيم اعضاء التنفس الرئيسة في الاسماك ويرقات البرمائيات، وقد تبقى بعض البرمائيات محتفظة بالخياشيم الخارجية كأعضاء تنفس طيلة حياة الحيوان كما هو الحال في بعض السلمندرات ومنها حفار الطين (شكل 2-8)، وتكون الخياشيم الداخلية عادة اكثر كفاءة كما هو الحال في الاسماك.

هل تعلم ؟

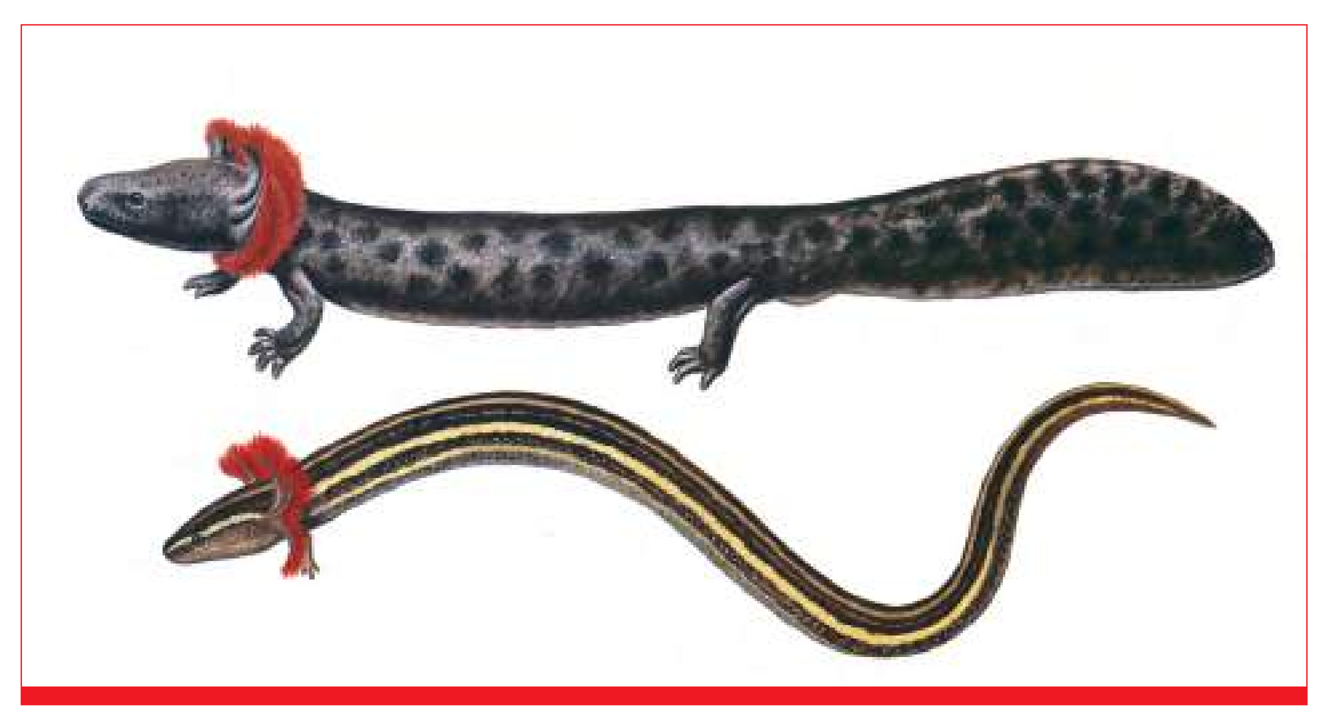
ان دودة الارض والعلق الطبي ويرقات الاسماك تعد امثلة نموذجية لحيوانات تستطيع الحصول على كفايتها من الاوكسجين عن طريق التنفس الجلدي، وهناك بعض الحيوانات مثل البرمائيات والاسماك تعتمد على التنفس الجلدي في الحالات الاضطرارية أو قد يستخدم هذا النوع من التنفس لدعم التنفس الخيشومي والرئوي.



السطح التنفسي في الضفدعة من جنس Rana حوالي 20 سم^2 لكل 1سم^3 من الهواء الموجود فيها، مقارنة بسطح مساحته 300 سم^2 في الانسان.



السلمندر (تنفس جلدي)

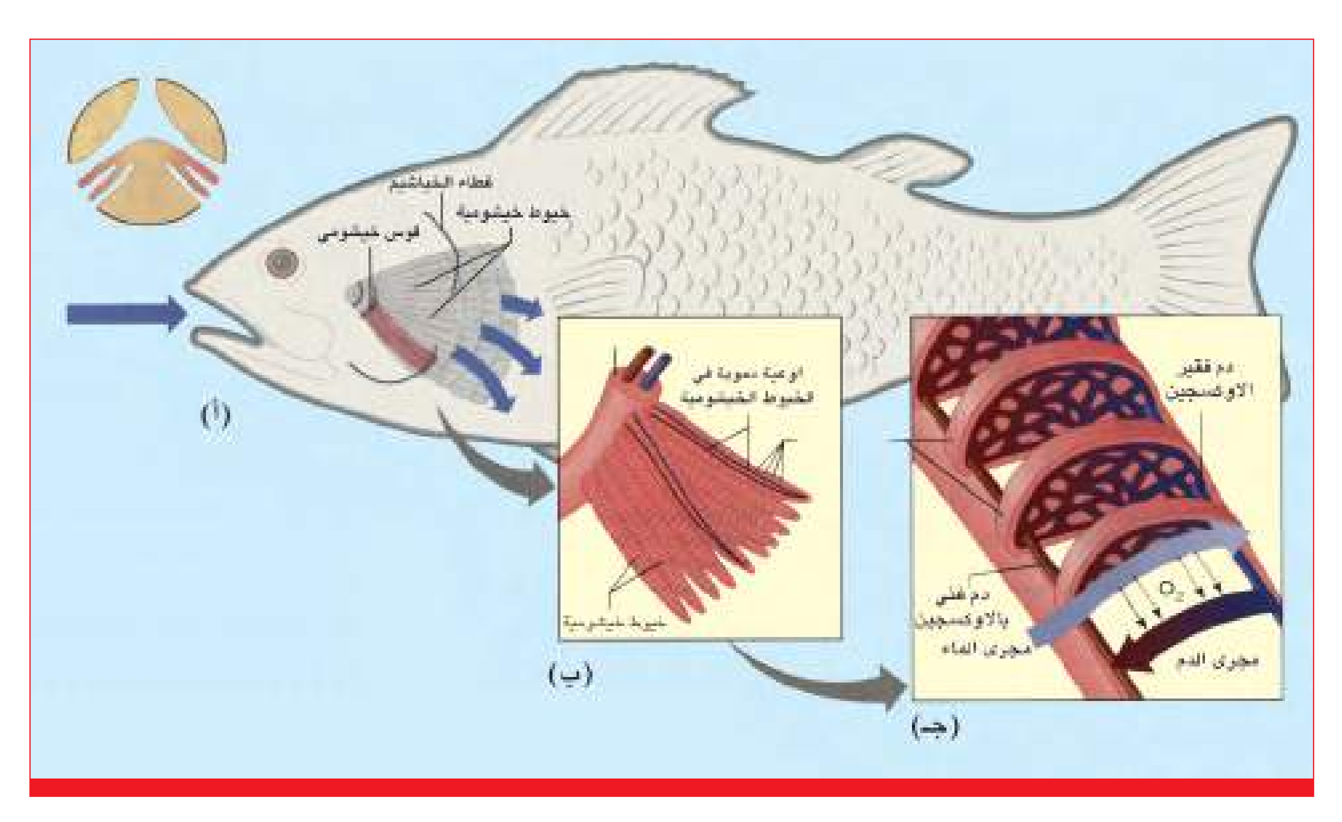


شكل (2–8). نوعين من السلمندرات التي تستخدم الخياشيم الخارجية كاعضاء تنفس. (للاطلاع).

*** توفر الاوكسجين في المحيط**

تختلف كمية الاوكسجين المتوفرة للحيوانات بأختلاف الاوساط المحيطة وعند الضغط الجوي الطبيعي (760 ملم زئبق) يكون الضغط الجزئي للاوكسجين (159.2ملم زئبق) وهو ينخفض كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر حيث يصل عند قمة جبل ايفرست حوالي (45 ملم زئبق) وهذه الكمية تكون غير كافية لتنفس الكائنات الحية، لذا تكاد تكون الحياة معدومة عند قمم الجبال العالية ويكون الضغط الجزئي للماء أقل بكثير مما في الهواء وهو يتأثر بدرجة كبيرة بالمواد المذابة ودرجات الحرارة.

وخياشيم الاسماك عبارة عن تراكيب خيطية رقيقة، مزودة باوعية دموية. وعملية التبادل الغازي للاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون تتم عبر غشاء تنفسي رقيق جداً وأوعية شعرية ذات جدار مكون من صف مفرد من الخلايا. ويوجد تركيب يدعى غطاء الخياشيم (Operculum) يحمي الخياشيم من المؤثرات الخارجية، واستمرارية عملية التبادل الغازي تتطلب استمرار دخول تيار الماء من الفم وخروجه عبر الفتحة الخيشومية بعد ان يمر على الخياشيم (الخيوط الخيشومية)، وسريان (مجرى) الدم في الأوعية الشعرية يكون في اتجاه مضاد لحركة الماء (Countercurrent Flow)، وهو يحمل الدم على استخراج اكبر كمية ممكنة من الاوكسجين الذائب في الماء، ويسري الماء فوق الخياشيم في تيار مستمر وثابت، مدفوعاً بوساطة المضخة الخيشومية النشطة، وغالباً مايتم ذلك بمساعدة حركة السمكة إلى الامام خلال الماء (شكل 2–9).



شكل (2 – 9). الخياشيم في الاسماك. (أ). عند ازالة غطاء الخياشيم يظهر وجود خياشيم ريشية الشكل في الاسماك على جانبي الرأس حيث يوجد اربعة اقواس خيشومية وكل منها يحوي العديد من الخيوط الخيشومية، (ب) الاوعية الدموية في الخيوط الخيشومية، (جـ) اتجاه حركة الماء عبر الصفائح الخيشومية الذي يعاكس اتجاه حركة الدم.

3– التنفس الرئوي (Pulmonary Respiration):

بانتقال الفقريات من البيئة المائية إلى البيئة الارضية (بيئة اليابسة) ابتدأ ظهور وتطور الرئات (Lungs) في تلك الاحياء. ان موضع الرئات داخل الجسم ساعد في حفظ سطوحها رطبة لغرض التبادل الغازي، ومع ظهور الرئات ظهرت مشكلة مفادها كيف يتحرك الهواء داخلاً وخارجاً لاستمرار تجهيز هذه الرئات بالاوكسجين، ؟ حيث كان يسري بشكل بسيط وبأتجاه واحد عبر الغشاء التنفسي في خياشيم الاسماك، الا ان ظهور الرئات والتراكيب الملحقة بها أوجدت ميكانيكية لحل هذه المشكلة.

كان أول ظهور للرئات في الاسماك مفصصة الزعانف والاسماك الرئوية، حيث تكونت لها رئات كبروز من البلعوم وبذا اصبح التنفس مزدوجا في هذه الاسماك، وهي تستخدم الرئتين بالاضافة إلى أو لتعوض عن التنفس الخيشومي خلال فصول الجفاف. وبشكل عام يكون البناء التركيبي للرئات في الاسماك الرئوية بسيطاً ورئة السمكة الرئوية مزودة بشبكة من الشعيرات الدموية في جدرانها ولها جهاز تهوية بدائي لتحريك الهواء داخل الرئة وخارجها.

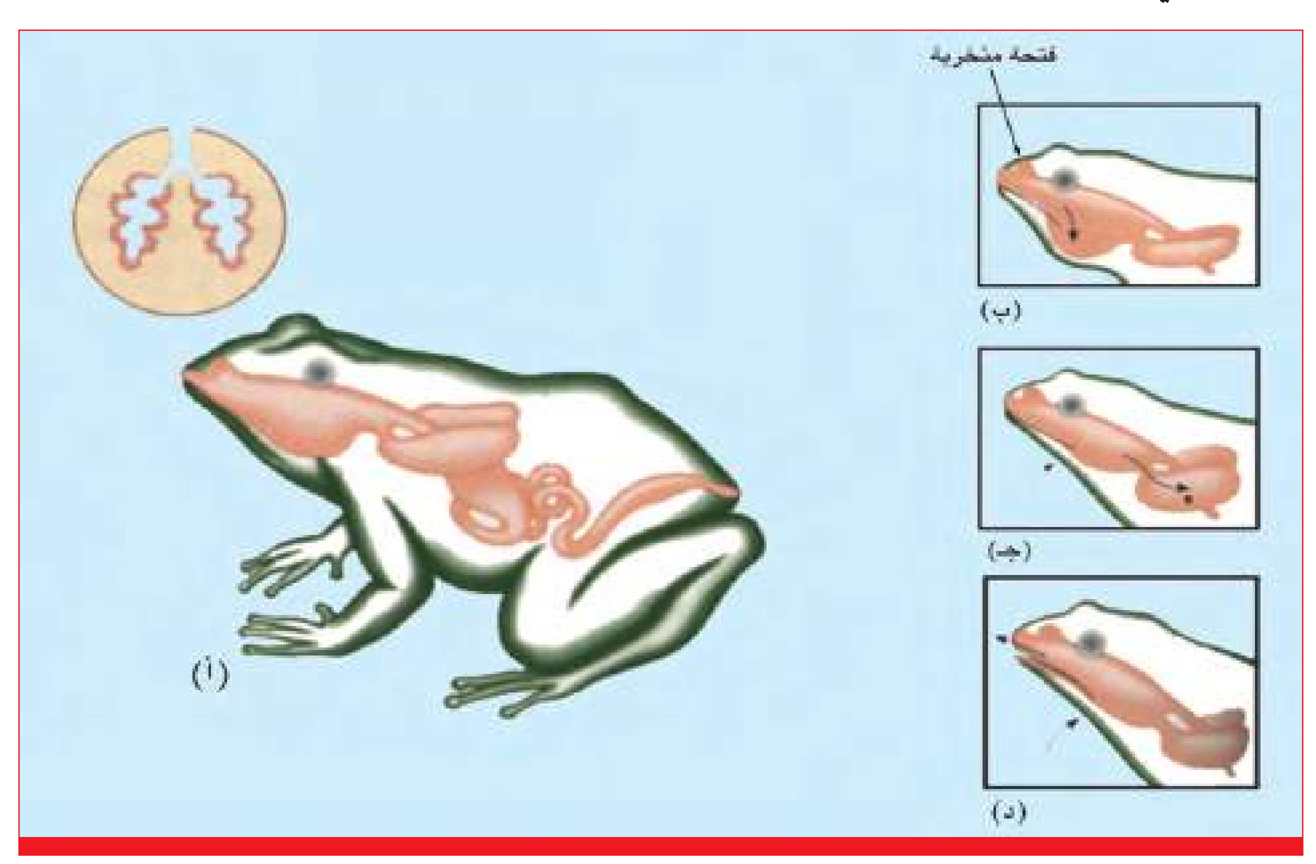
1- التهوية في البرمائيات (Ventilation in Amphibians):

تستخدم البرمائيات البالغة ثلاث طرق لانجاز التبادل الغازي وهي: أ. التنفس الجلدي، ب. التنفس الفمي (عن طريق البطانة الظهارية للجوف الفمي)، جـ. التنفس الرئوي. وقد تبقى بعض البرمائيات محتفظة بالخياشيم الخارجية كأعضاء تنفس.

والرئات تظهر درجات نمو متباينة في مجاميع البرمائيات المختلفة وافضل نمو للرئات يظهر في الضفادع والعلاجيم حيث ان كليهما يظهران اعتماداً على التنفس الرئوي اكثر مما في غيرهما من البرمائيات.

ورئات الضفادع عبارة عن اكياس بيضاوية، مرنة تنقسم اسطحها الداخلية بوساطة شبكة من الحواجز، والتي تنقسم من خلالها إلى غرف هوائية نهائية صغيرة تسمى الحويصلات الهوائية والحويصلات الهوائية في رئة الضفدع تكون كبيرة مقارنة بمثيلاتها في الفقريات الاكثر رقياً، وعليه فان رئة الضفدع تكون ذات سطح اصغر نسبياً للتبادل الغازي.

والضفدعة موجبة الضغط التنفسي حيث تملأ رئاتها بدفع الهواء فيها، وهذا عكس نظام الضغط السالب الموجود في جميع الفقريات العليا (شكل 2-10).

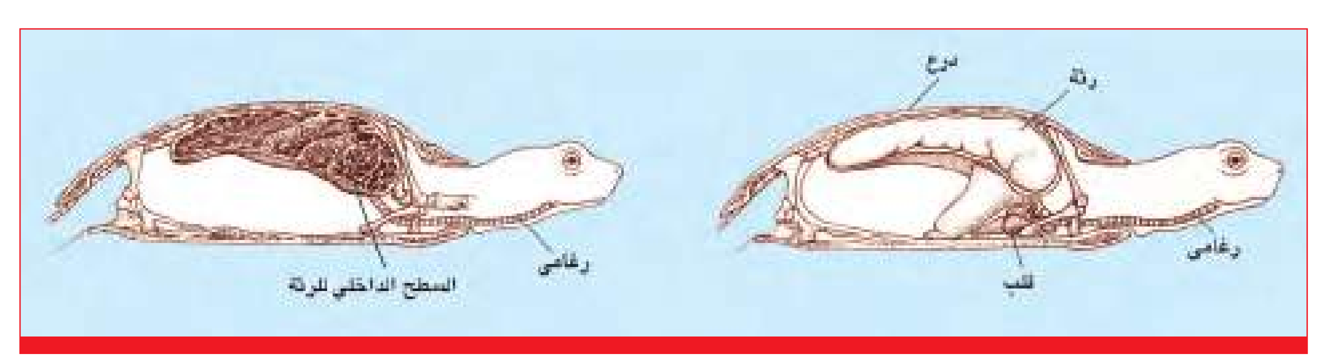


شكل (2 – 10). التهوية في الضفدع (للاطلاع). (أ) على عكس معظم الزواحف والطيور والثدييات ذات الضغط التنفسي السالب نجد ان الضفدعة ذات ضغط تنفسي موجب وهي تدفع الهواء بقوة إلى الرئتين، (ب) تسحب الضفدعة الهواء بوساطة الفتحات المنخرية الواقعة على السطح الظهري لمقدمة الرأس ويتم ذلك بعد ان تغلق الفم، (جـ) وبعد ان تغلق المناخر وترفع قاع الفم يندفع الهواء بقوة إلى الرئتين، (د) ومع تقلص جدار الجسم واعادة التفاف الرئتين يخرج الهواء.

2- التهوية في الزواحف (Ventilation in Reptiles):

تظهر الرئات تبايناً تركيبياً في مجاميع الزواحف المختلفة، وبطانة الرئة تكون ذات حواجز في السلاحف والتماسيح مما يؤشر نمواً افضل لها، وتوجد الحواجز في زواحف اخرى في اجزاء معينة من الرئة فمثلاً في بعض الحيات تظهر الحواجز في الثلث الخلفي للرئة فقط وعلى العكس من ذلك يكون الجزء الامامي في بعض العظايا هو الاكفأ ومايتبقى من الرئة يمثل كيس لخزن الهواء.

تختلف ميكانيكية التنفس في غالبية الزواحف عما هي عليه في البرمائيات حيث تلعب الاضلاع والعضلات بين الضلعية دوراً رئيسياً في عملية التنفس، ويستثنى من ذلك السلاحف حيث تلتحم اضلاعها مع الدرع الذي يحيط بجسمها (شكل 2-11).



شكل (2-11). التهوية في السلاحف (للاطلاع).

3- التهوية في الطيور (Ventilation in Birds):

سبق وان درست في كتاب الصف الرابع العلمي بأن الطيور تظهر العديد من التكيفات التركيبية لتخفيف وزن الجسم للمساعدة على الطيران ومنها ان الرئة تكون بشكل تراكيب صغيرة وهي غير قابلة للتوسع.

وبالرغم من كون رئات الطيور صغيرة الحجم وتنعدم قدرتها على التوسع لملاصقة سطحها الظهري للاضلاع والفقرات الصدرية، الا انها تتميز بكفاءتها العالية ويساعد الرئات في اداء عملها عدد من الاكياس الهوائية (راجع كتاب الصف الرابع العلمي الذي درسته في العام الماضي واستذكر اسماء الاكياس الهوائية ومواقعها).

تتم عملية التنفس اثناء راحة الطير بمساعدة العضلات الضلعية الرئوية، فعند الشهيق ترتفع الاضلاع فيتسع حجم التجويف الصدري والبطني، ونتيجة لقلة الضغط في الداخل يدخل الهواء عبر المناخر إلى الرغامى ثم القصبات والقصيبات ويلامس السطح الداخلي للرئة حيث يتم التبادل الغازي، وفي نفس الوقت تذهب كمية كبيرة من الهواء إلى الاكياس الهوائية.

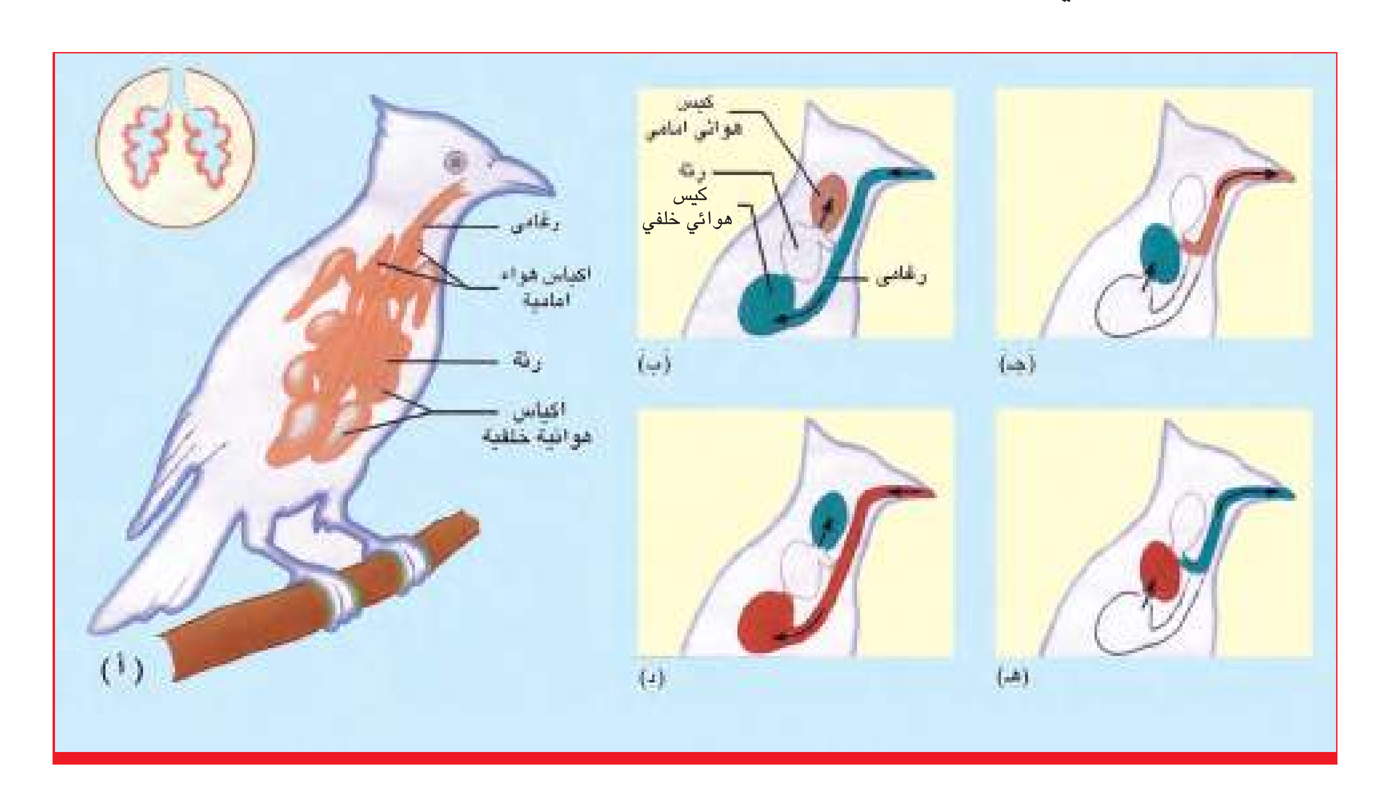
اما عملية الزفير التي تعد عملية نشطة في الطيور وتحتاج إلى بذل طاقة بخلاف ما هو عليه الحال في الحيوانات الاخرى، تحصل بتقلص العضلات الصدرية والبطنية فيضيق التجويف الصدري والبطني ويضغط

على الاكياس الهوائية والرئتين فيندفع الهواء الموجود في الرئتين إلى الاكياس الواقعة في الامام في حين يدخل هواء الاكياس الخلفية إلى الرئتين ويتم التبادل الغازي مرة ثانية، وعليه فأن الطيور هي الفقريات الوحيدة التي يحصل فيها تبادل غازي اثناء عمليتي الشهيق والزفير (شكل 2-12).

اما خلال الطيران فأن الطيور تلجأ إلى اسلوب آخر في التنفس من خلال الآتي:

- زيادة سعة التجويف الصدري البطني وتقليله بوساطة العضلات الصدرية اثناء الطيران.
- ضغط الاحشاء على الاكياس الهوائية دافعة الهواء من الاكياس الهوائية إلى الرئتين.
- حركة عظم القص (الجؤجؤ) نحو العمود الفقري أو بعيداَ عنه هو الآخر يساعد في عملية التهوية.

وبهذه الطريقة يتجدد الهواء بأستمرار، وتكون الطيور الاسرع طيراناَ هي الاسرع في دورة الهواء والتبادل الغازي في الرئتين.



شكل (2-12) التهوية في الطيور (للاطلاع). (أ) تركيب الجهاز التنفسي في الطيور، (ب) في أول شهيق (استنشاق) (Inhalation) معظم الهواء يذهب إلى الاكياس الهوائية الخلفية (الاكياس البطنية أو الخلفية والصدرية)، (ج) خلال أول عملية زفير (Exhalation) يمر الهواء من الاكياس الهوائية الخلفية إلى الرئتين وتحصل عملية تبادل غازي، (د) الهواء قليل الاوكسجين والمحمل بثنائي اوكسيد الكاربون يذهب إلى الاكياس الهوائية الامامية (الاكياس بين الترقوي والابطية والعنقية) في الاستنشاق الثاني، (هـ) وختاماَ فأن الهواء من الاكياس الامامية يطرح من جسم الطير خلال الزفير الثاني.

4- التهوية في الثدييات (Ventilation in Mammals):

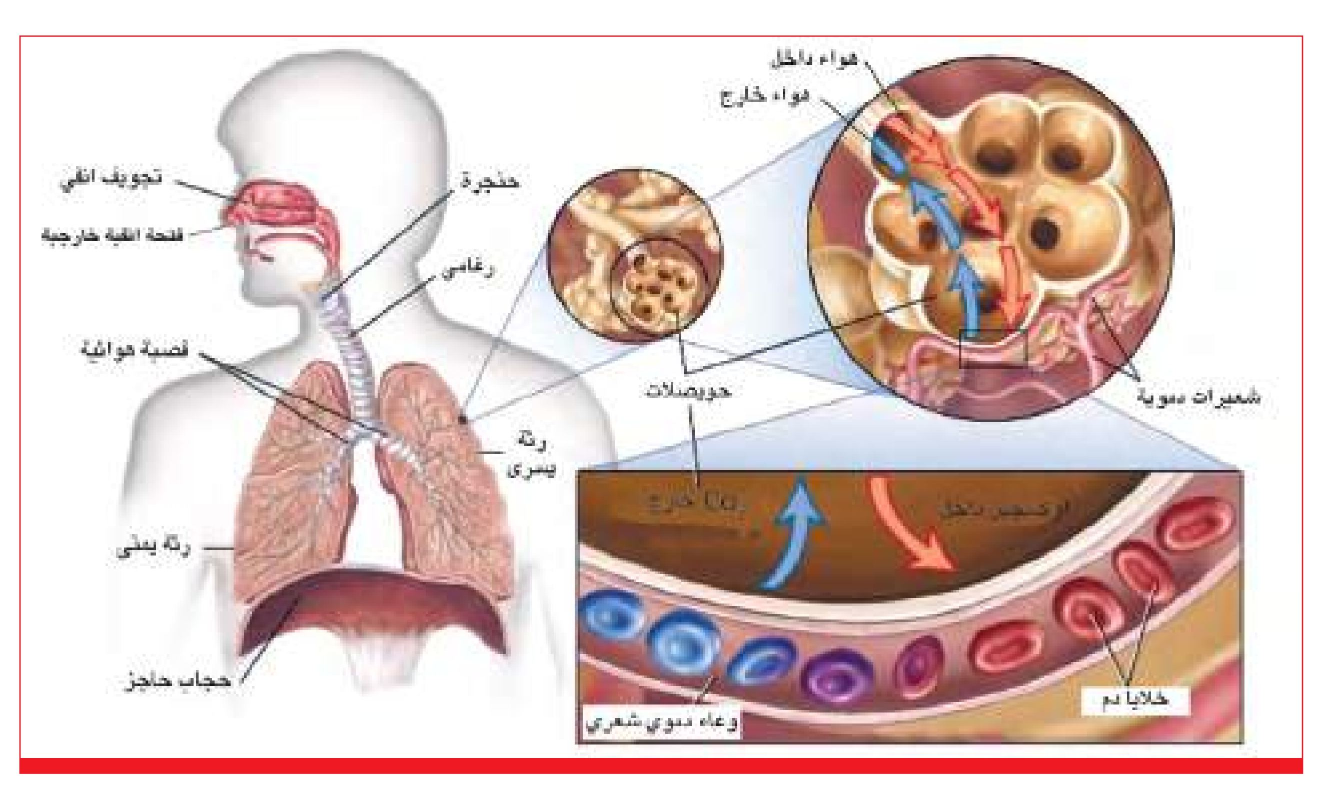
سوف ندرس الجهاز التنفسي والتهوية في الانسان كنموذج للثدييات.

يتكون الجهاز التنفسي في الانسان (شكل 2-13). من الآتي:

أ فتحتا الانف الخارجيتان (External Nares).

ب الردهة أو التجويف الانفي (Nasal Chamber or Cavity) مبطنة بنسيج ظهاري يتخلله العديد من الخلايا الفارزة للمخاط.

جـ فتحتا الانف الداخليتان (Internal Nares) وهذه تقع بعيدا في الجوف الفمي مقابل البلعوم.



شكل (2 – 13) تركيب الجهاز التنفسي في الانسان

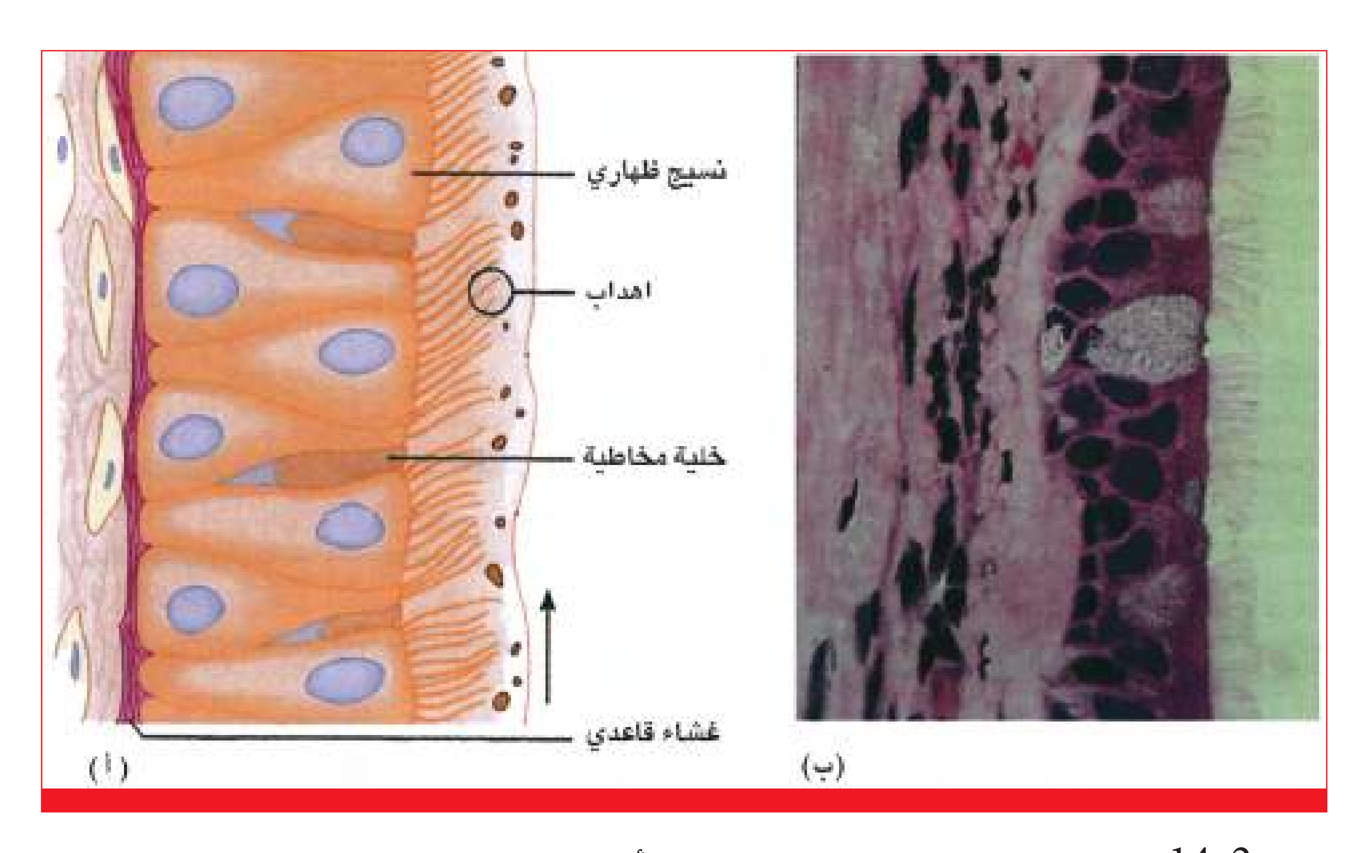
د البلعوم (Pharynx) وهو المنطقة التي توجد فيها ممرات الطعام والتنفس. ويوجد ايضاً لسان المزمار (Glottis) (الذي يغطي الفتحة التي تؤدي الى الحنجرة) وهذا الغطاء يمنع الطعام من الدخول إلى الممرات التنفسية اثناء بلع الطعام.

هـ الحنجرة (Larynx) ويطلق عليها صندوق الصوت كونها المسؤولة عن اصدار الصوت لما تحتويه من حبال واغشية مهتزة.

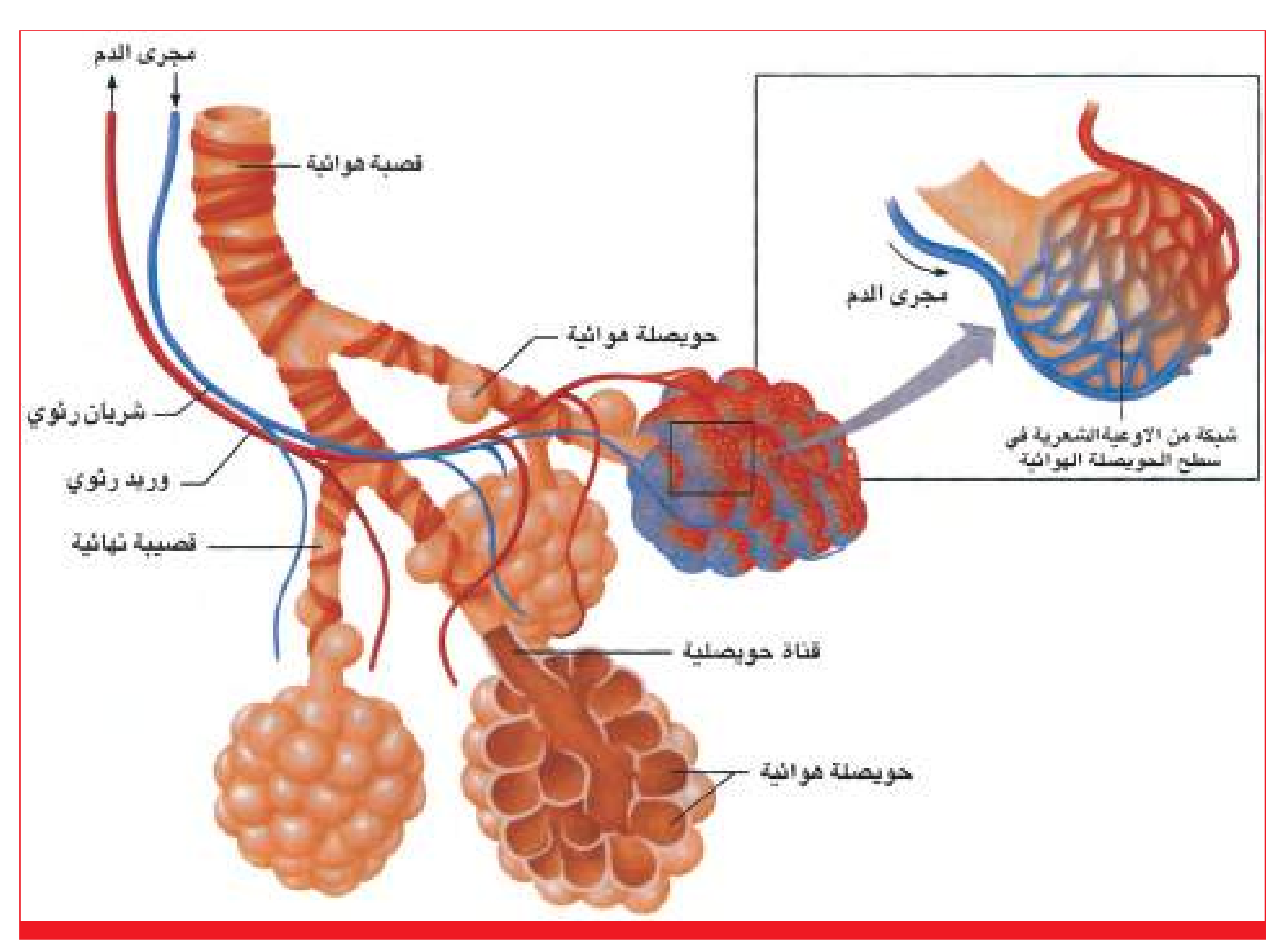
و الرغامى (Trachea) والتي تتفرع في نهايتها إلى القصبات الهوائية (Bronchi) والتي يذهب كل منها إلى رئة وتنقسم كل قصبة داخل الرئة إلى قصيبات (Bronchioles) والتي تؤدي إلى الحويصلات الهوائية (Alveoli)، وهذه الاخيرة ذات جدران رقيقة ورطبة لتسهل تبادل

الغازات بين الحويصلات الهوائية والشعيرات الدموية الملاصقة لها وتكون الممرات الهوائية مبطنة بطبقة ظهارية مهدبة (شكل 2-14) يتخللها العديد من الخلايا الكأسية الفارزة للمخاط، وهي تلعب دوراً مهما في ترطيب الهواء قبل وصوله إلى الحويصلات الهوائية. وتوجد حلقات غضروفية غير كاملة في جدار الرغامى والقصبات الهوائية واحياناً في بعض تفرعاتها لتمنع جدران هذه التراكيب من الالتصاق. والهواء الذي يصل إلى الحويصلات الهوائية (شكل 2-15) يجب ان يتصف بالمواصفات الآتية:

- يكون مرشحا من الغبار والمواد الغريبة الاخرى.
- ان تتم تدفئته لدرجة تتناسب وحرارة الجسم.
- يكون الهواء مشبعاً بالرطوبة.



شكل (2-14). النسيج الظهاري المبطن للممرات التنفسية (أ) مخطط يبين الخلايا الظهارية المهدبة ومايتخللها من خلايا كأسية فارزة للمخاط، (ب) صورة مجهرية للطبقة الظهارية في الممرات التنفسية.

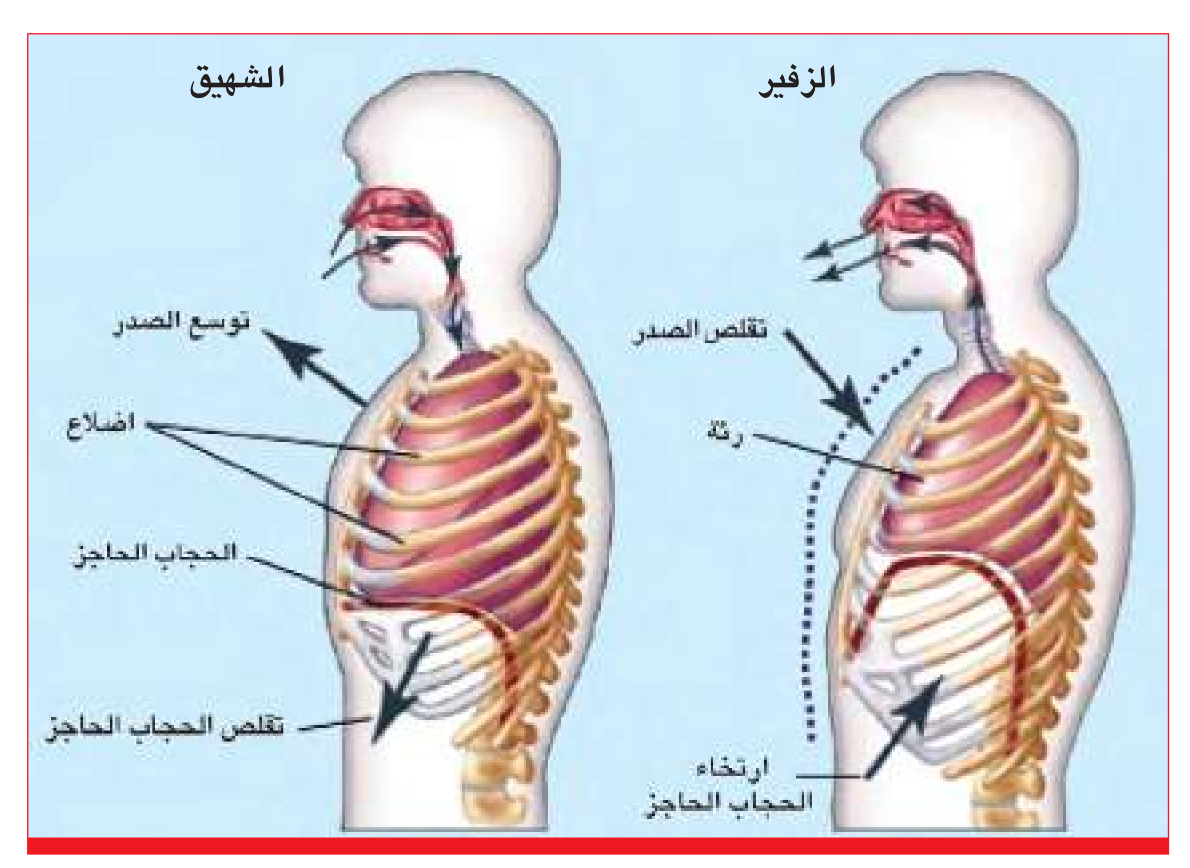


شكل (2–15). الحويصلات التنفسية في الانسان (للاطلاع).

* التنفس في الانسان (Respiration in Human):

تتضمن عملية التنفس في الانسان حركات عضلية، ينتج عنها تغير حجم التجويف الصدري وبالتالي تغير حجم الرئتين ايضا. ففي حالة الشهيق، ترتفع الاضلاع الصدرية ويتحرك الحجاب الحاجز إلى الاسفل فيتوسع التجويف الصدري ويقل الضغط داخل الرئتين، فيدخل الهواء الخارجي الواقع تحت الضغط الجوي عن طريق الرغامى إلى الرئتين فتتوسع الرئتين. اما عملية الزفير فتحدث كعملية عكسية حيث تنبسط العضلات التي تسيطر على الاضلاع والحجاب الحاجز، فيتحرك الحجاب الحاجز إلى الاعلى وتنضغط الرئتان ويجبر الهواء على الخروج منهما (شكل 2–16).

تغطى الرئتان من سطوحهما الخارجية بغشاء مزيت هو الجنب الحشوي وهو غشاء مشابه لغشاء الجنب الجداري الذي يبطن التجويف الصدري، والرئتان تتحركان بحرية كون سطوحهما مزيتة بالسائل الجنبي. اما الحويصلات الهوائية فتبطن بغشاء مائي رقيق وتكون مشدودة (متوترة) دائما كنتيجة لظاهرة الشد السطحي، وتفرز الخلايا الحويصلية مادة زيتية عند التحامها مع جزيئات الماء في غشاء الحويصلات وبذلك تقلل من امكانية التصاقها مع بعض.



شكل (2–16). عمليتي الشهيق والزفير في الانسان (للاطلاع)

تحتوي رئة الانسان 300 مليون من الحويصلات الهوائية والتي تقدر مساحتها السطحية بحوالي 40 - 80 $م^2$ اي خمسين مرة اكثر من مساحة الجلد. وتتخذ الرئة مظهراً اسفنجيا وتكون الرئة اليمنى اكبر من اليسرى. والرئتان تقعان ضمن التجويف الصدري ويحافظ الضغط الجوي للهواء الموجود في الحويصلات الرئوية على ابقاء الرئتين ممتدتين داخل التجويف الصدري، وتشغل كل رئة تجويفها الجنبي (Pleural Cavity) واذا حدث ثقب في هذا التجويف نتيجة لمرض أو حادثة فأن الرئتين تتقلصان وتنكمشان.

2-4-5. التبادل الغازي في الرئتين (Gaseous Exchange in Lungs):

يتم انتشار الغازات طبقاً لقوانين الانتشار الفيزيائية، وبموجب هذه القوانين فأن الغازات تنتقل من الضغط الجزيئي العالي إلى الضغط الجزيئي الواطئ. وتتحرك الغازات التنفسية في الانسجة وفقاً لضغوطها الجزيئية (شكل 2–17).

شكل (2–17) تبادل الغازات التنفسية في الرئتين وخلايا الانسجة (الارقام تعني الضغط الجزيئي ملم زئبق (mm Hg).

2-4-6. محتوى هواء الشهيق والزفير والحويصلات الهوائية:

يعد هواء الشهيق وهواء الحويصلات الهوائية متماثلين، الا ان الهواء في الحويصلات يحتوي اوكسجين اقل وثنائي اوكسيد الكاربون اكثر مما هو عليه في الهواء الخارج من الرئتين. وهواء الشهيق له نفس مكونات الهواء الجوي، اما هواء الزفير فيكون خليطاً من هواء الحويصلات الهوائية وهواء الشهيق (جدول 2-1).

جدول (2-1). نسب الغازات في هواء الشهيق والزفير وهواء الحويصلات الهوائية

	النتروجين N_2	الاوكسجين O_2	ثنائي اوكسيد الكاربون Co_2	بخار الماء H_2o
– هواء الشهيق	% 79	%20.9	%0.03	–
– هواء الحويصلات الهوائية	% 75.3	%13.2	%5.2	%6.2
– هواء الزفير	% 74.8	%15.3	%3.7	%6.2

2-4-7. السيطرة على عمليات التنفس:

تتم السيطرة على معدلات التنفس من خلال المركز التنفسي الذي يتكون من مجموعة من الخلايا العصبية الواقعة في النخاع المستطيل والقنطرة (الجسر) لساق الدماغ، والذي يرسل حوافز منظمة.

يزداد معدل التنفس خلال التمارين الشاقة وذلك نتيجة تجمع كمية كبيرة من ثنائي اوكسيد الكاربون بسبب الفعاليات الايضية للعضلات. ويمكن ان يقطع الفرد تنفسه لفترة محدودة، ولكن عندما يزداد ثنائي اوكسيد الكاربون في الدم، يصبح وجوده محفزا قويا للتنفس بالشكل الذي لايمكن مقاومته. ومعدل التنفس يخضع ايضا للسيطرة العصبية كما هو الحال في الانفعالات العاطفية مثل الغضب والمفاجآت وغير ذلك.

2-4-8. انتقال الغازات في الدم (Transport of Gases in Blood):

تُحمل الغازات التنفسية في بعض اللافقريات وهي مذابة في سوائل الجسم، وبشكل عام يكون ذوبان الاوكسجين في الماء منخفضا جدا، حيث يكفي فقط للحيوانات ذوات معدلات الايض المنخفضة، ففي الانسان مثلا 1 % فقط من احتياجات الاوكسجين يمكن ان يتم بهذه الطريقة، ولذلك ففي الكثير من اللافقريات والفقريات يتم نقل كل الاوكسجين تقريبا وكمية قليلة جداً من ثنائي اوكسيد الكاربون بوساطة الصبغات التنفسية (جدول 2-2).

ان الصبغة التنفسية الاكثر انتشارا في المملكة الحيوانية هو الهيموغلوبين (Haemoglobin). وعند انتقال الاوكسجين من هواء الحويصلات إلى خلايا الدم في الأوعية الدموية المحيطة بالحويصلة فيتحد مع الهيموغلوبين مكوناً اوكسيهيموغلوبين (Oxyhaemoglobin) وينتقل بعد ذلك في الدورة الدموية ليصل إلى الانسجة حيث يكون تركيز الاوكسجين أوطأ مما هو عليه في الدم الشرياني وهكذا يتحرر الاوكسجين ليدخل مختلف خلايا الجسم ويعود الهيموكلوبين إلى الرئتين عن طريق الأوردة الرئوية بشكل هيموغلوبين مختزل (غير مؤكسج)، والذي يتكون من اتحاد مايقرب من 1/3 ثنائي اوكسيد الكاربون الموجود في مختلف خلايا الجسم.

يجب ان يحمل نفس الدم الذي يحمل الاوكسجين من الرئتين إلى الانسجة ثنائي اوكسيد الكاربون إلى الرئتين في رحلته عند العودة. وثنائي اوكسيد الكاربون لايشبه الاوكسجين، وهو ينقل بثلاث طرق مختلفة وهي:

1 ينقل 67٪ تقريبا من ثنائي اوكسيد الكاربون بعد ان يحول داخل خلايا الدم الحمر بوجود عامل داخلي إلى ايونات البيكاربونات والهيدروجين وكما يأتي:

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

حامض الكاربونيك

وهذا التفاعل يبدأ ببطء شديد ، ولكن يوجد داخل خلايا الدم الحمر عامل داخلي يجعل من هذا التفاعل سريعاً وكما يأتي:

$$H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3$$

2 يرتبط 25 % تقريبا من ثنائي اوكسيد الكاربون عكسياً مع الهيموغلوبين، ويحمل إلى الرئتين حيث يطلقه الهيموغلوبين بالتبادل مع الاوكسجين.

3 يحمل 8 % تقريبا من ثنائي اوكسيد الكاربون كغاز ذائب في البلازما وخلايا الدم الحمر.

أضف إلى معلوماتك

الهيموغلوبين مركب يحوي 5٪ هيم (حديد) ويعطي الدم اللون الاحمر وماتبقى 95٪ غلوبين وهو بروتين عديم اللون.

هل تعلم ؟

يستعمل جسم الانسان في فترة الاستراحة حوالي 15 لتراً من الاوكسجين وتصل في حالة التمارين الشاقة 280 لتراً.

أضف إلى معلوماتك

تكون الصبغة التنفسية في معظم النواعم ومفصلية الارجل هي الهيموسيانين (Haemocyanin). والتي تحتوي على النحاس (Copper) بدلاً من الحديد، ولذلك يكون الدم بعد التأكسد بلون ازرق بدلاً من الاحمر.

جدول (2-2) الصبغات التنفسية في الحيوانات (للاطلاع)

الصبغة	اللون	ذرات المعادن	الموقع	المجاميع الحيوانية
1- الهيموغلوبين (Haemoglobin)	أحمر	Fe^{++} حديد	خلايا الدم	الثدييات ، الطيور ، الزواحف ، البرمائيات ، الاسماك ، الديدان الحلقية ، بعض النواعم
2- الهيموسيانين (Haemocyanin)	أزرق	Cu^{++} نحاس	البلازما	بعض النواعم والقشريات
3- الكلوروكرورين (Chlorocruorin)	أخضر	Fe^{++} حديد	البلازما	الديدان الحلقية عديدة الاهلاب
4- الهيميرثرين (Haemerythrin)	أحمر	Fe^{++} حديد	خلايا الدم	الديدان الحلقية

تعريف ببعض المصطلحات التي وردت في الفصل (للإطلاع)

=Aerobic Respiration	التنفس الهوائي: عملية التنفس الهوائي التي تعتمد أخذ الأوكسجين.
=Anaerobic Respiration	التنفس اللاهوائي: عملية لاتعتمد الأوكسجين في التنفس.
Alveolus وجمعها Alveoli =	حويصلات: عبارة عن تجاويف صغيرة أو أكياس، كما هو الحال في الأكياس الهوائية المجهرية في الرئات ، أو الأجزاء النهائية للغدد الحوصلية وغير ذلك.
=Carbohydrate	كاربوهيدرات: مركبات تتكون من تآصر للكاربون والهيدروجين والأوكسجين وصيغتها العامة (CH_2O).
= Carotene	كاروتين: صبغة حمراء أو برتقالية أو صفراء تنتمي الى مجموعة أشباه الكاروتينات وهي أصل الفيتامين A .
= Coenzyme	انزيم مساعد: مادة أساس في تفعيل أو تنشيط أنزيم ما.
= Diffusion	الأنتشار: حركة الدقائق أو الجزيئات من منطقة ذات تركيز عالي للدقائق أو الجزيئات الى منطقة ذات تركيز واطيء.
=Endocytosis	الأدخال الخلوي: أبتلاع المادة بعملية البلعمة الخلوية والجزيئات الكبيرة بعملية الشرب الخلوي .
=Glycolysis	عملية تحليل أو تجزئة الكلوكوز: عملية تجزئة الكلوكوز انزيميا وتحرير الطاقة.
= Haemoglobin	هيموغلوبين : حديد يحتوي صبغة تنفسية موجودة في خلايا الدم الحمر في الفقريات وفي بلازما الدم للعديد من اللافقريات .
= Mitochondria	مايتوكوندريا: عضية خلوية يحصل فيها الأيض أو الفعاليات الحيوية الهوائية.
= NAD	مختصر Nicotinamide Adenine Dinucleotide وهو مستقبل الكترونات أو مانح في العديد من التفاعلات الأيضية.
=Oxidation	عملية الأكسدة: عملية يحصل فيها خسارة اليكترون واحد بواسطة ذرة أوكسجين.

اسئلة الفصل الثاني

س1 ضع علامة (✓) جنب العبارة الصحيحة وعلامة (✗) جنب العبارة الخاطئة وصحح الخطأ ان وجد.

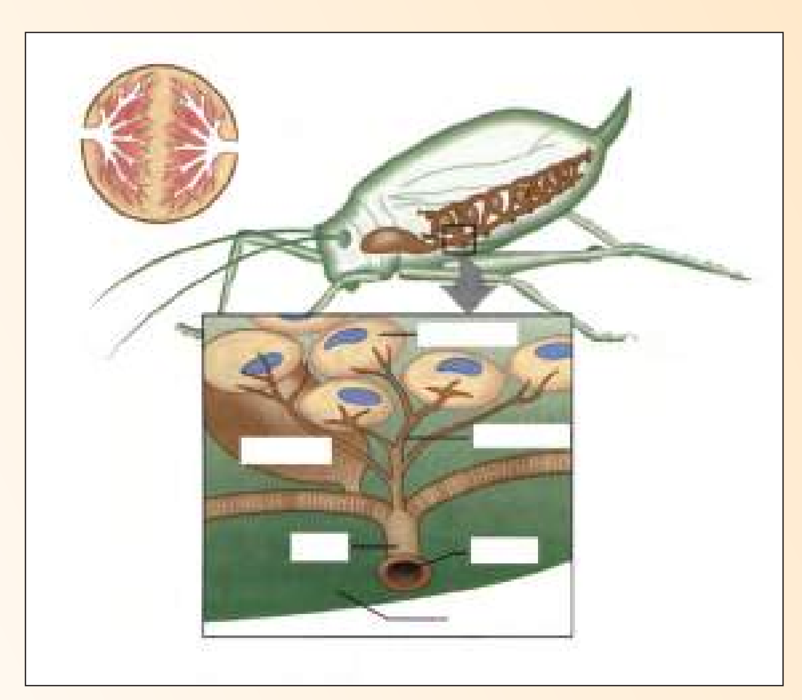
1. تطلق عملية التحلل السكري اكثر من 20 % من الطاقة المخزونة في الكلوكوز في عملية البناء الضوئي.
2. يعرف التنفس الخلوي بأنه احد العمليات الخلوية التي تتطلب الاوكسجين وتعطي ثنائي اوكسيد الكاربون، وهي تتضمن تجزئة اوتكسير كامل للكلوكوز إلى ثنائي اوكسيد الكاربون وماء.
3. تحصل عملية تجزئة الكلوكوز خارج مايتوكوندريا الخلية وهي تحتاج لوجود الاوكسجين.
4. تنتج جزيئة الكلوكوز الواحدة من خلال عملية الانتشار الكيمياوي 34 ATP
5. تتم عملية التبادل الغازي في الأوراق والسيقان المعمرة بواسطة العديسات (Lenticels).
6. يحصل في التنفس الخلوي الهوائي استهلاك للاوكسجين وتحرير لثنائي اوكسيد الكاربون من الخلية نفسها.
7. ان كمية الاوكسجين في الماء قليلة حيث تبلغ نسبتها 3 / 1 مما هي عليه في الهواء.
8. تمثل الخياشيم اعضاء تنفسية متخصصة للبيئة المائية.
9. تستخدم البرمائيات البالغة ثلاثة طرق لانجاز التبادل الغازي هي: (أ) التنفس الجلدي ،(ب) التنفس الخيشومي (ج) التنفس الرئوي.
10. تعد جميع الفقريات موجبة الضغط التنفسي.

س2 عرف مايأتي:

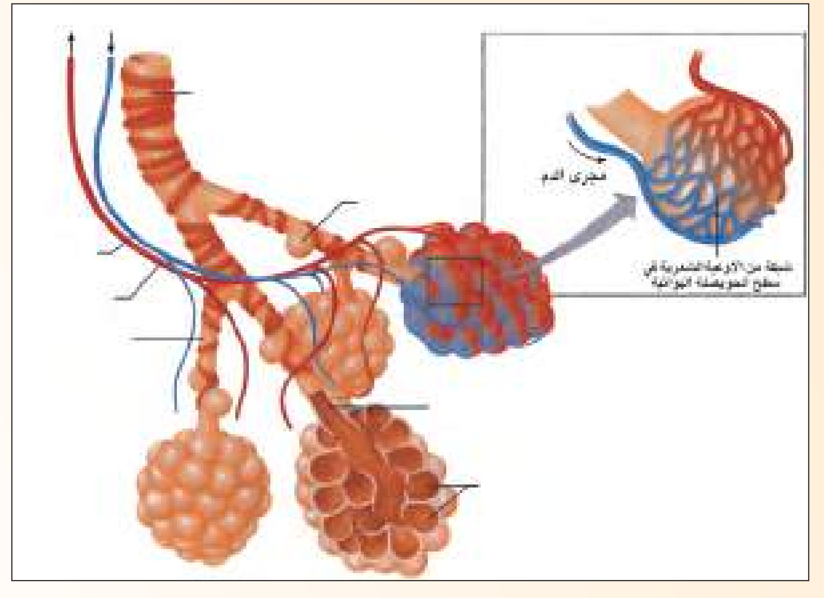
1. التنفس الرغاموي في اللافقريات
2. ATP
3. العديسات
4. لسان المزمار
5. الرغامى

س3 ضع التأشيرات على الأشكال الآتية:

1. شكل يبين تركيب الجهاز الرغاموي في الحشرات.



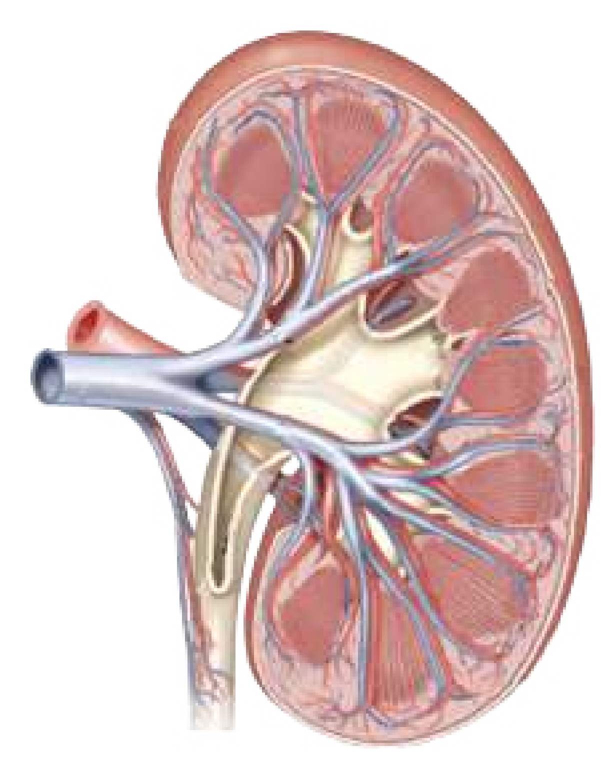
2- شكل يبين تركيب الحويصلات التنفسية في الانسان .



الفصل الثالث 3

الإخراج (Excretion)





المحتويات

1-3	مقدمة
2-3	الاخراج في الاحياء وحيدة الخلية
3-3	الاخراج في النباتات
4-3	الاخراج في الحيوانات
4-3	تنظيم درجة الحرارة
	أسئلة الفصل

النواتج التعليمية

يكون الطالب قادراً على أن:

1- يعرف مفهوم الاخراج.

2- يشرح الاخراج في الاحياء وحيدة الخلية.

3- يوضح الاخراج في النباتات.

4- يعرف الخلايا اللهبية.

5- يرسم الغدة اللامسية في السرطان البحري ويبين اجزاءها في الرسم.

6- يعرف غدد المستقيم في الحشرات ويوضح وظيفتها.

7- يبين بخطوات ميكانيكية عمل جهاز الاخراج في البعوضة.

8- يقارن بين جهاز الاخراج في اللافقريات والفقريات.

9- يبين انواع الكلى في الفقريات.

10- يشرح عملية الاخراج في اسماك المياه العذبة.

11- يقارن بين الاخراج في اسماك المياه العذبة واسماك المياه البحرية.

12- يعرف الغدد الملحية في الطيور.

13- يبين اجزاء الكلية في الانسان.

14- يعرف الكبيبة في كلية الانسان.

15- يشرح كيفية تكوين البول.

16- يقارن بين الاخراج في النباتات والحيوانات.



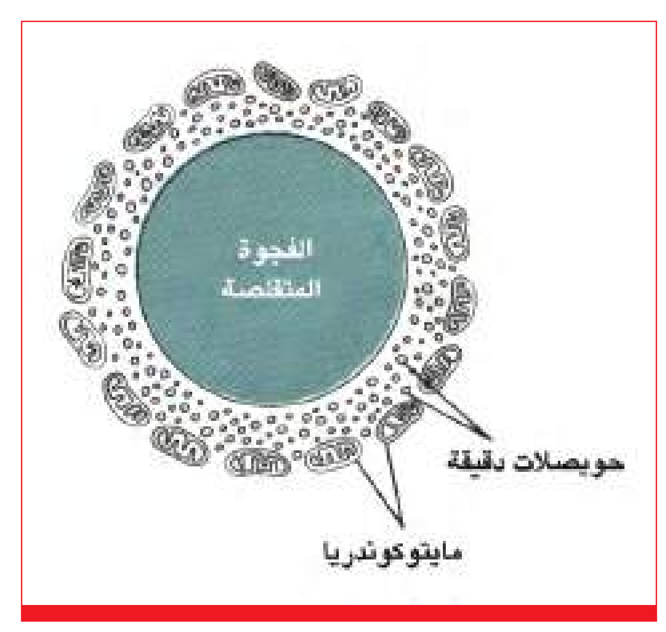
الاخراج (Excretion)

3-1. مقدمة

المعروف ان خلايا الجسم تحاط بوسط ثنائي ممثلاً بالسائل خارج خلوي والذي يحيط بخلايا الجسم مباشرة، ثم الوسط الخارجي خارج الجسم.

ان الانشطة الايضية المدعمة للحياة والتي تحدث داخل خلايا الجسم يمكنها الاستمرار طالما تم الحفاظ على تكوين السائل خارج الخلايا ثابتاً في تكوينه بشكل تقريبي بحيث يحيط هذه الخلايا ويحميها كما يقيها من تقلبات درجات الحرارة الشديدة في البيئة، ولكون عالم الاحياء متغيراً في الغالب في درجات الحرارة والمواد الغذائية وكل ما هو ضروري للحياة توجب التخلص المستمر من النواتج والفضلات وذلك بفصلها عن الانسجة وسوائل الجسم وطرحها خارج الجسم من خلال عملية الاخراج التي تجري داخل جسم الكائنات الحية بطرق وميكانيكيات مختلفة تتناسب وطبيعة البيئة والفعاليات الايضية لهذه الاحياء.

2-3. الاخراج في الاحياء وحيدة الخلية



شكل (3–1). الفجوة المتقلصة في الاميبا.

الاخراج في الاميبا والبراميسيوم

يتم الاخراج في الاحياء البدائية (Protozoa) عن طريق الفجوة المتقلصة (Contractile Vacuole) التي تمثل عضو اخراج حقيقي. ففي الاميبا يتجمع الماء الزائد داخل حويصلات دقيقة وعديدة حول غشاء الفجوة المتقلصة (شكل 3–1)، ثم تندمج هذه الحويصلات مع غشاء الفجوة طارحة محتوياتها المتمثلة بمحلول ملحي مخفف داخل الفجوة المتقلصة، والتي تكبر في حجمها كلما تجمع الماء داخلها واخيراً تفرغ الفجوة محتوياتها خلال ثقب على السطح ثم تتكرر الدورة بشكل منتظم.

وفي البراميسيوم عندما تمتلئ الفجوة المتقلصة تتحرك قرب غشاء الخلية وتطرح محتوياتها من الماء ذو التركيز الملحي المخفف إلى الخارج عبر غشاء الخلية (شكل 3–2).

تتلخص عملية الاخراج في الكائنات وحيدة الخلية بالآتي:

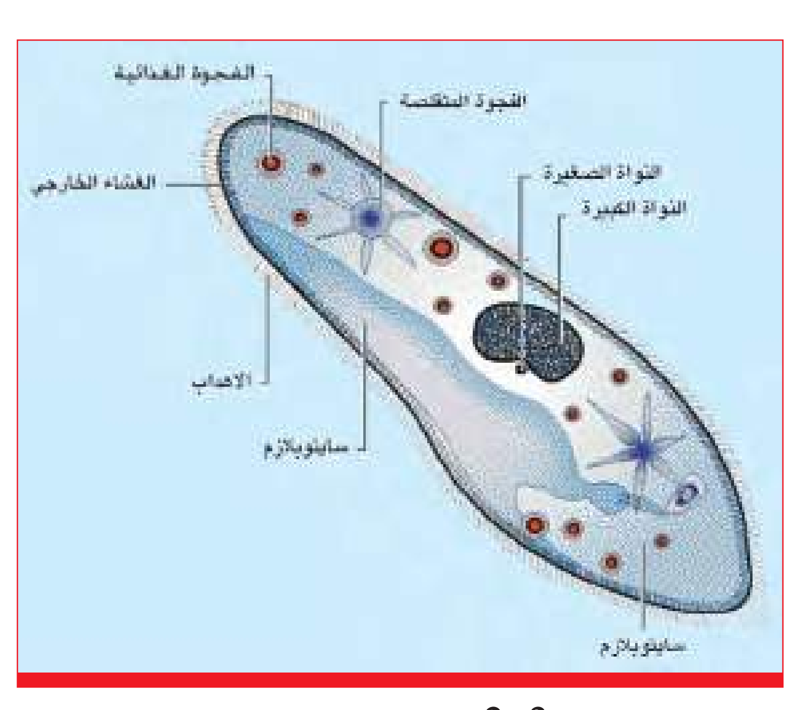
تمتلئ طبقة الحويصلات حول غشاء الفجوة



تندمج الحويصلات مع غشاء الفجوة



تفرغ محتوياتها من محلول ملحي مخفف



شكل (3–2). الفجوة المتقلصة في البراميسيوم.

3-3. الاخراج في النباتات

لاتمتلك النباتات اجهزة اخراج متخصصة كتلك الموجودة في الحيوانات، وهذا ربما يعود إلى كون ايض النباتات يعتمد بشكل اساسي على الكاربوهيدرات اكثر من اعتماده على البروتينات. وكما هو معروف فأن نواتج ايض الكاربوهيدرات النهائية تكون اقل سمية في كثير من الفضلات النتروجينية الناتجة من ايض البروتينات. ان النباتات لاتطرح فضلات ايضية كتلك التي تطرحها الحيوانات كاليوريا وحامض اليوريك والامونيا وهي قد تطرح القليل من الفضلات النتروجينية. والفضلات الحيوانية المذكورة في اعلاه تمثل فضلات هضم البروتينات والفعاليات العضلية، وكلا الفعاليتين لاتقوم بهما النباتات.

يمكن ايجاز الاخراج النباتي بالآتي:

1. تقوم النباتات بطرح كميات قليلة من الفضلات النتروجينية بطريقة الانتشار بشكل امونيا ومن خلال الثغور الموجودة على سطوح الأوراق، أو قد تطرحها بهيئة املاح تحوي نتروجين وهذه تتم عن طريق الجذور في التربة، حيث تنتشر هذه المواد من خلالها.
2. تطرح النباتات الخضر غاز ثنائي أوكسيد الكاربون الناتج من عملية التنفس عن طريق الثغور والعديسات وبطريقة الانتشار وتستعمل جزءاً منه في عملية البناء الضوئي كما تطرح النباتات غاز الاوكسجين عن طريق الجذور إلى التربة، من عملية البناء الضوئي بنفس الطريقة (الانتشار) وتستعمله في عملية التنفس.
3. تطرح النباتات معظم الماء الزائد عن حاجتها بعملية النتح عن طريق الثغور ايضاً، وقد يطرح قسم من الماء عن طريق فتحات دقيقة توجد في نهايات عروق الاوراق ويطلق على هذه الفتحات بالثغور المائية والعملية التي يتم فيها طرح الماء تعرف بالادماع (شكل 3-3)، والذي يحصل عادة في الليل ويتم بفعل آلضغط الجذري الموجب والذي يتسبب بدخول الماء إلى خلايا الجذر.



شكل (3-3) الادماع في أوراق النبات.

4 تمتلك بعض النباتات ميكانيكيات خاصة للتخلص من المواد السامة عن طريق تكوينها املاحاً معينة على شكل بلورات غير قابلة للذوبان تبقى في داخل خلايا النبات دون ان تؤذيه وقد تتجمع هذه البلورات وبشكل خاص بلورات املاح الكالسيوم في الأوراق، وعند سقوط الأوراق يكون النبات قد تخلص منها.

5 تنتج الخلايا في بعض النباتات ما يعرف بالحليب النباتي، وهو يتمثل بمادة مستحلبة يختلف تركيبها بأختلاف النباتات التي يتكون فيها وهو يحوي مواداً شمعية وراتينجية ومطاطية وزيوت طيارة ومواد بروتينية وقد يحوي حبيبات نشوية واحماض عضوية ومواد سكرية، ويتمثل الحليب النباتي بناتج ثانوي من تحليل الغذاء داخل جسم النبات وهو يوجد داخل قنوات حليبية وبشكل منضغط ومايدلل على ذلك اندفاعه بقوة للخارج عند حدوث قطع في الجسم النباتي.

6 تطرح بعض النباتات مواد صمغية من خلال خلايا أو انسجة اخراجية خاصة تعرف بالشعيرات الغدية (Glandular Hairs)، ويتكون الصمغ اساساً من مواد جدران الخلايا التي تتحور إلى مواد غير متبلورة تتخذ شكل الصمغ. وتحصل نتيجة حالة مرضية كما في اشجار الحمضيات، أو قد تحصل بفعل الحشرات أو نتيجة التضرر من مؤثرات ميكانيكية أو فسلجية.

3-4. الاخراج في الحيوانات:

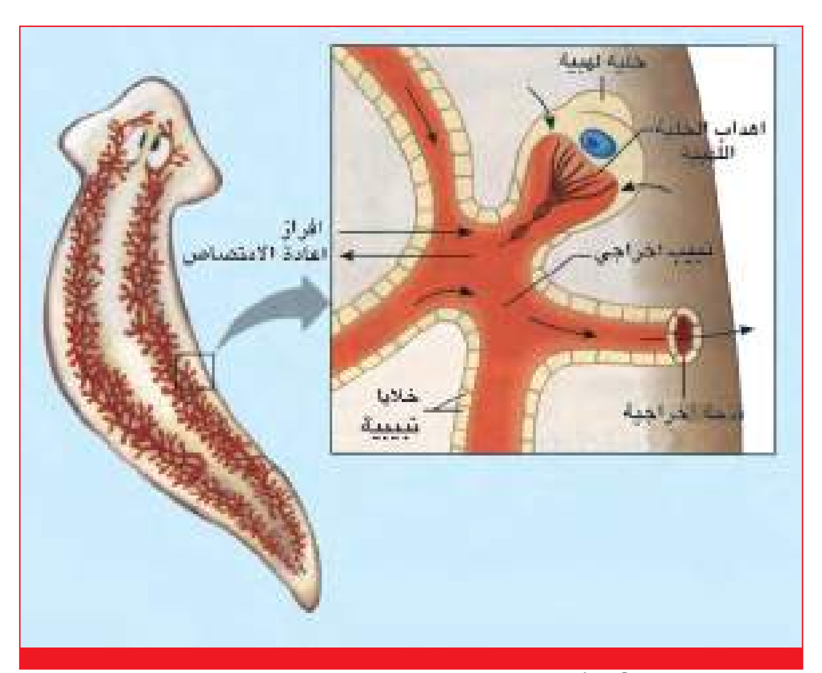
تمتلك الحيوانات تنوعاً كبيراً في اجهزتها الاخراجية بدءاً من تراكيب بسيطة تتمثل بعضيات اخراجية تعرف بالفجوات المتقلصة (Contractile Vacuoles) ووصولاً إلى الكلى في الحيوانات الفقرية.

ان اهم وظيفة لاعضاء الاخراج هي طرح الفضلات النتروجينية والوظيفة الثانية هي تنظيم التوازن المائي في الجسم. ففي عملية الهضم تتكسر مكونات الطعام المعقدة لتصبح جزيئات بسيطة قابلة للامتصاص وبناء جزيئات جديدة ونتيجة لهذه العملية تتكون فضلات يجب ان تطرح من خلال اجهزة متخصصة يمتلكها الحيوان.

3-4-1. الاخراج في اللافقريات:

1 الاخراج في الديدان المسطحة (البلاناريا):

تمتلك البلاناريا (Planaria) وهي من الديدان المسطحة جهازاً نبيبياً يمتد على طول الجسم مرتباً بشكل عمودي وتكون النبيبات كثيرة التفرع (شكل 3-4).



شكل (3-4). جهاز الاخراج في حيوان البلاناريا.

يدخل السائل في الجهاز النبيبي خلال خلايا خاصة تعرف بالخلايا اللهبية* (Flame Cells) ثم يتحرك ببطء داخل النبيبات حتى يتم اخراجه خلال ثقوب تفتح على مسافات في سطح الجسم، وتولد حركة الاهداب في الخلايا اللهبية ضغطاً سلبياً يسحب السائل من جسم الحيوان خلال فتحات ابرازية. وتستطيع النبيبات ان تسترد جزيئات وايونات معينة بوساطة اعادة الامتصاص، تاركة الفضلات لتطرح إلى الخارج.

2 الاخراج في دودة الارض:

تمتلك دودة الارض جهازاً اخراجياً يتمثل بزوج من النفريديا (Nephridia) في كل قطعة جسمية تقريباً (بأستثناء عدد من القطع).

تتألف كل نفريديوم من تركيب قمعي يعرف بالفميم الكلوي (نفروستوم Nephrostome) يقع امام الحاجز الفاصل بين حلقتين جسميتين متعاقبتين، ويؤدي الفميم الكلوي إلى انبوبة ضيقة مهدبة تقع في الحلقة الجسمية التالية وتكون ملتوية من خلال عدة انحناءات، وهي محاطة بشبكة من الأوعية الدموية الشعرية، ويتوسع القسم النهائي من النفريديوم ليصبح بشكل مثاني، ومن ثم يستضيق ليفتح في الجهة البطنية من جسم الدودة بفتحة تعرف بالفتحة النفريدية (Nephridiopore) (شكل 3-5).

أضف إلى معلوماتك

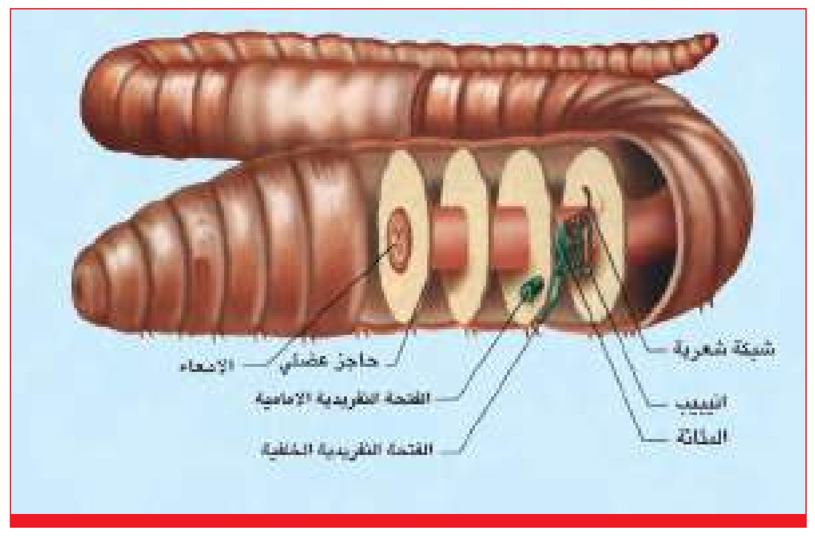
تمثل النفريديا (Nephridium) جهاز الابراز الاكثر شيوعاً في الحيوانات اللافقرية وهي تأخذ شكلاً انبوبياً مصمماً ليخلص الجسم من الفضلات والماء الزائد ومن ابسط تنظيماتها جهاز الخلية اللهبية أو ما يعرف بالنفريديا الاولية الموجود في الديدان المسطحة عديمة التجويف الجسمي مثل البلاناريا.

هل تعلم ؟

يوجد في اللافقريات ذات التجويف الجسمي الحقيقي مثل الديدان الحلقية نوع متقدم من النفريديا يطلق عليه النفريديا البعدية (Metanephridium) وهي تختلف عن النفريديا الاولية الموجود في الديدان المسطحة بالاتي:

1- تتمثل بانبوبة مفتوحة الطرفين.

2- تكون محاطة بشبكة من الاوعية الدموية التي تساعد في تكوين البول باعادة امتصاصها للاملاح والمواد المفيدة من السائل الموجود في الانبوبة.



شكل (3-5). جهاز الاخراج في دودة الارض (للاطلاع)

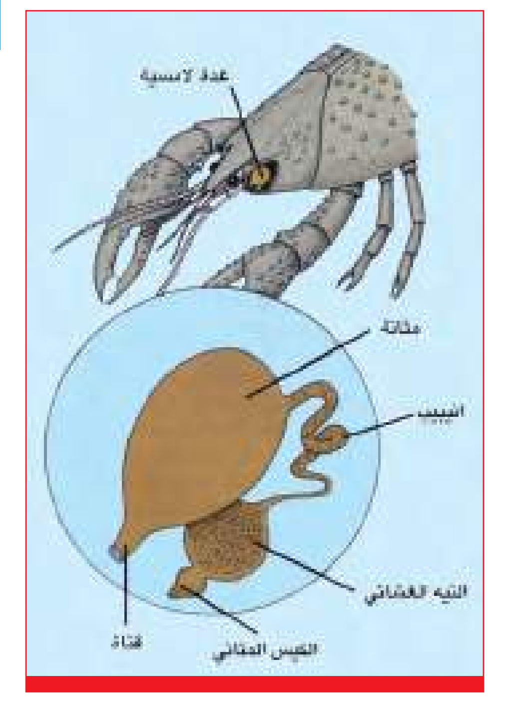
تتم استعادة الماء وبعض المواد المفيدة الذائبة في الماء مثل السكر بوساطة خلايا جدران الانبوبة ومن خلال عملية الامتصاص، ومنها إلى الأوعية الشعرية الدموية الملتفة حول النفريديوم، وتطرح الفضلات والمتمثلة بالامونيا واليوريا إلى الخارج عبر الفتحة النفريدية مع القليل من الماء، كما ان الدم في الأوعية الشعرية الملتفة حول النفريديا يقوم بطرح الفضلات التي ينقلها من مختلف انحاء الجسم إلى النفريديوم لتقوم بدورها في طرحها.

3 الاخراج في السرطان البحري (Crayfish):

يتكون جهاز الاخراج في السرطان البحري (Crayfish) من زوج من الغدد اللامسية (Antennal Glands) نسبة إلى موقعها قرب منشأ اللوامس، وهي عبارة عن تراكيب انبوبية مزدوجة تقع في الجزء البطني من الرأس، وكل غدة تتألف من قناة قصيرة تؤدي إلى مثانة تفتح من جهتها الاخرى في نبيب ملتوٍ يؤدي بدوره إلى تيه غشائي ذي لون اخضر ويحوي شبكة غدية متكونة من اقنية متشابكة (شكل 3-6).

تمثل الغدة اللامسية تصميماً متقدماً للنفريديوم، الا انها تخلو من فميم النفريديوم.

ويقوم الجزء الانبوبي في الغدة بالامتصاص النوعي لاملاح معينة، والافراز النشط لاملاح اخرى، وهي بذلك تقارب الاعضاء الاخراجية في الفقريات من ناحية الخطوات الوظيفية.

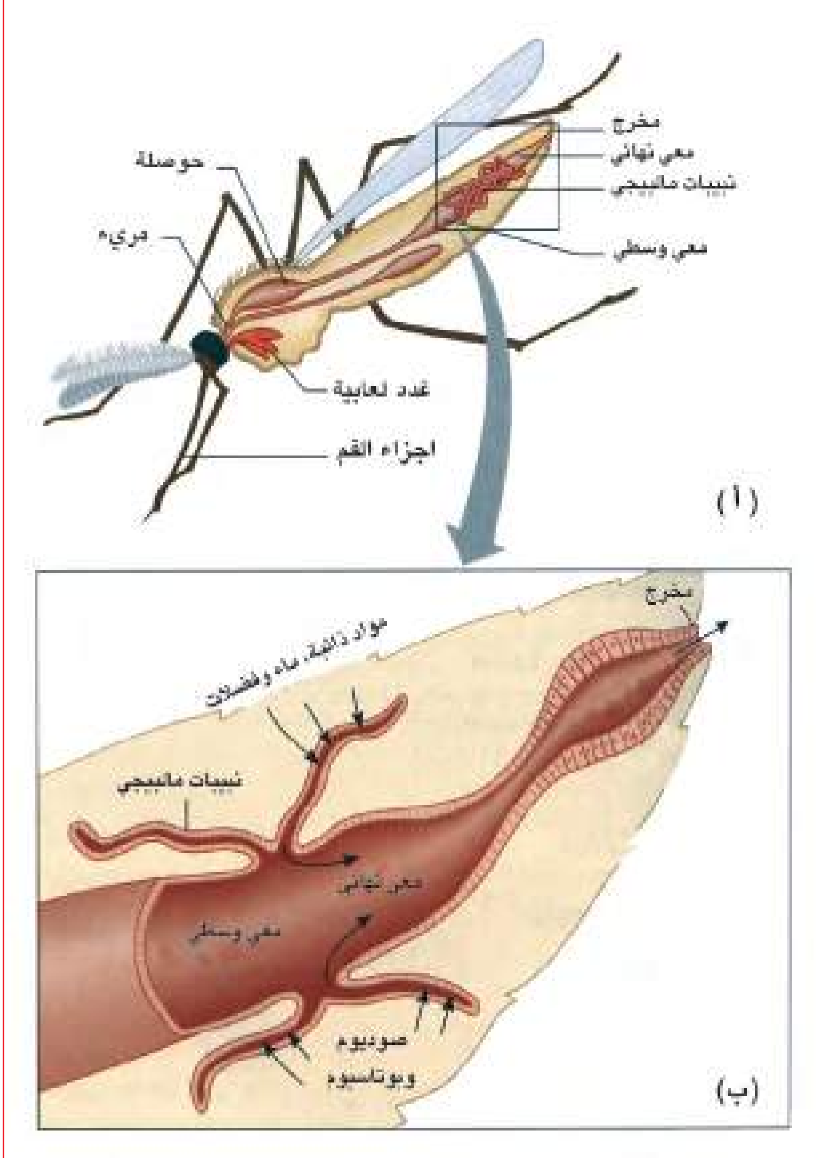


شكل (3-6). الغدة اللامسية في السرطان البحري.

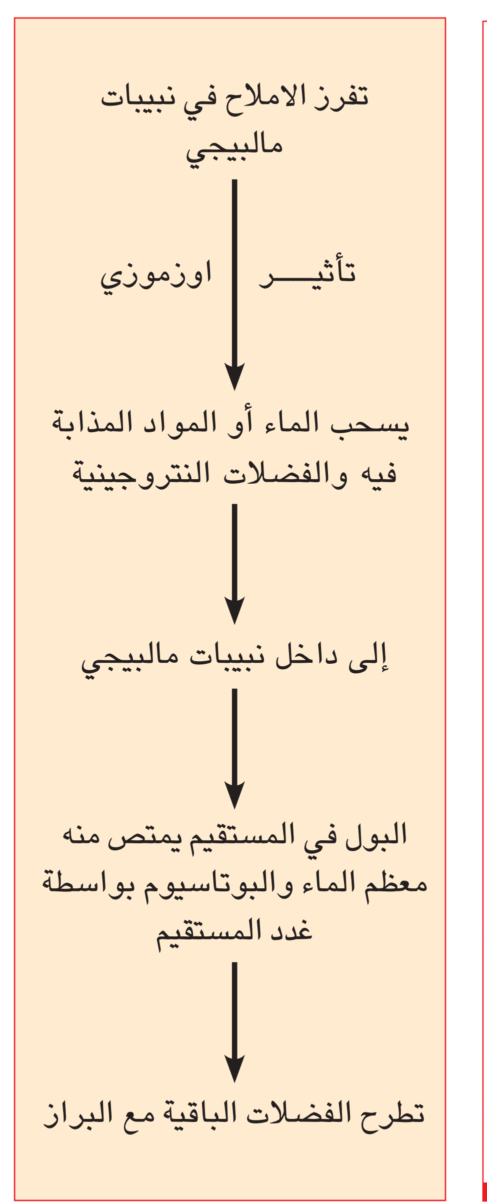
4 الاخراج في الحشرات والعناكب:

تمتلك الحشرات والعناكب جهازاً اخراجياً يتكون من نبيبات مالبيجي (Malpighian Tubules)، وهذه النبيبات تعمل مع غدد خاصة في جدار المستقيم تعرف بغدد المستقيم (Rectal Glands) (شكل 3-7).

ان نبيبات مالبيجي تمثل نبيبات اعورية مغلقة من احد نهاياتها، ذات قطر صغير ينقصها التزويد الدموي ولذلك فهي لاتستطيع ان تعمل كما تعمل النبيبات في السرطان، بل تعمل في اتجاه آخر حيث يتم افراز الاملاح فيها، وخصوصاً املاح البوتاسيوم بعملية نشطة وبتوافر الطاقة ويولد هذا الافراز تأثيراً اوزموزياً يعمل على سحب الماء والمواد المذابة، والفضلات النتروجينية إلى داخل النبيبة. وعندما يسيل البول المتكون إلى المستقيم، يعاد امتصاص معظم الماء والبوتاسيوم بوساطة غدد المستقيم وتترك الفضلات لتخرج مع البراز.



شكل (3-7) جهاز الاخراج في الحشرات (البعوضة). (للاطلاع) (أ) تركيب القناة الهضمية في البعوضة، (ب) الجزء النهائي (الخلفي) من القناة الهضمية في البعوضة.



آلية الاخراج في الحشرات

3-4-2. الاخراج في الفقريات.

للفقريات اعضاء ابرازية متخصصة ذات كفاءة تتناسب وطبيعة التطور الحاصل في بنية الحيوان الفقري، وتتمثل هذه الاعضاء بالكلى (Kidneys) والتي تكون على انواع في الفقريات المختلفة وكالآتي:

1 الكلية الأولية (Pronephros)، وهي الكلية التي تكون عاملة في اجنة الاسماك والبرمائيات.

2 الكلية المتوسطة (Mesonephros)، وهذا النوع يكون عاملاً في اجنة الفقريات المتقدمة (الزواحف والطيور والثدييات)، كما انها الكلية العاملة في بالغات الاسماك والبرمائيات.

3 الكلية البعدية (Metanephros)، وهي الكلية العاملة في بالغات الفقريات المتقدمة (الزواحف والطيور والثديّات).

وفيما ياتي فكرة عن الكلى وعملها في الفقريات المختلفة:

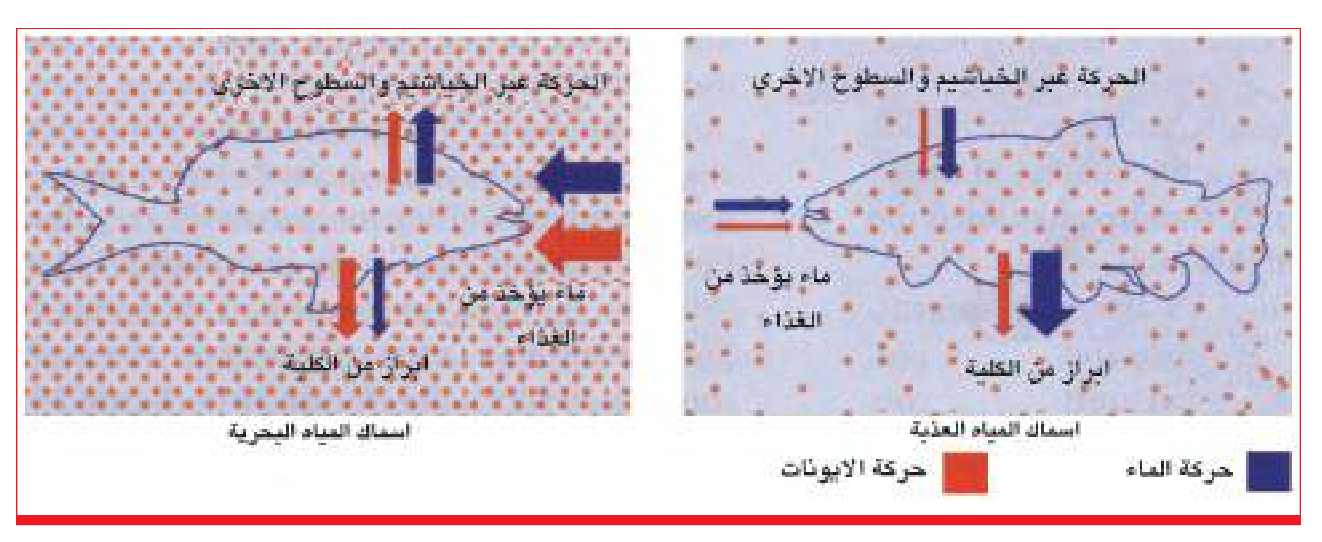
1 الاخراج في الاسماك:

اسماك المياه العذبة عليها ان تحتفظ بتركيز ملحي للسوائل الجسمية اعلى من تركيز الماء المحيط بها. حيث ان الماء يدخل إلى اجسامها اوزموزياً، بينما تفقد اجسامها الاملاح بالانتشار إلى الخارج، ولذلك هيأت اسماك المياه العذبة وسائل دفاع لمواجهة مشاكل زيادة الماء وفقدان الاملاح وكالآتي:

أ الماء الداخل عن طريق الخياشيم يعاد ضخه إلى الخارج عن طريق الكلية التي باستطاعتها تكوين بول مخفف جداً.

ب تمتلك الاسماك خلايا متخصصة تعرف بالخلايا الملحية أو الكلورية وتوجد في الخياشيم، وهذه الخلايا تستطيع ان تمرر ايونات الاملاح (الصوديوم والكلوريد) من الماء العذب إلى الدم وبذلك تستطيع السمكة ان تحافظ على اتزان الماء والاملاح في الجسم (شكل 3-8).

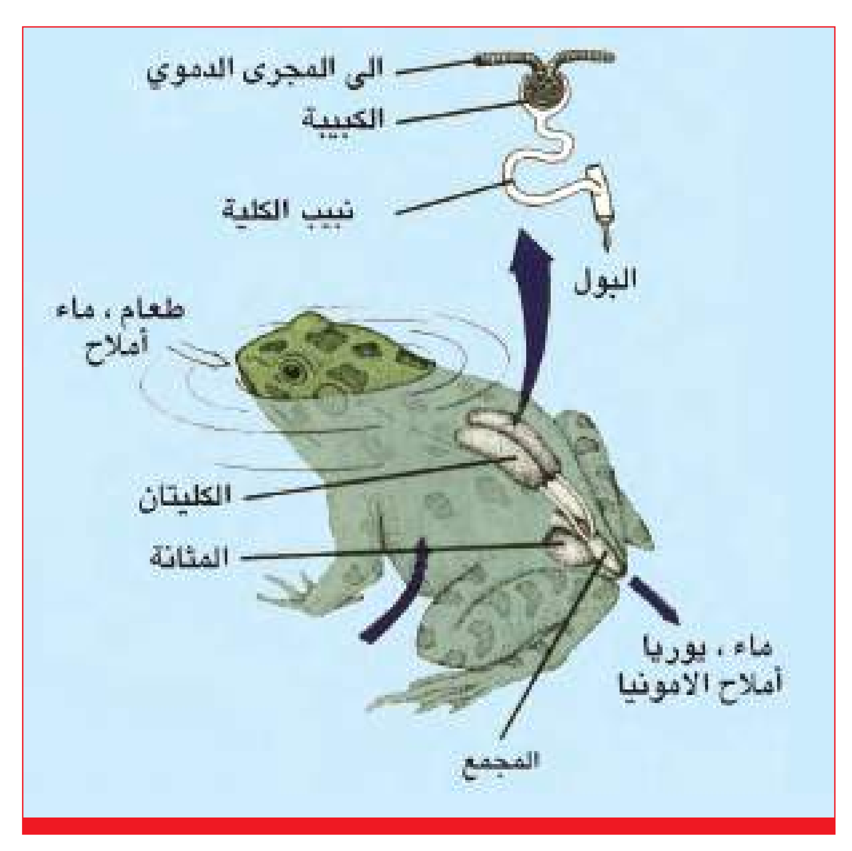
اما الاسماك البحرية فانها تعوض عن فقدان الماء بشرب ماء البحر والذي يمتص من قبل الامعاء، ومن ثم ينقل الدم الملح (كلوريد الصوديوم) إلى الخياشيم حيث تقوم خلايا متخصصة بطرحه مرة اخرى إلى البحر، وما تبقى من الايونات يتم اخراجه مع البول بوساطة الكلية وبهذه الطريقة فان الاسماك البحرية تخلص نفسها من املاح البحر الزائدة.



شكل (3-8). التنظيم الاوزموزي في اسماك المياه العذبة والاسماك البحرية.

2 الاخراج في البرمائيات:

يدخل الماء خلال الجلد الذي يكون شديد النفاذية، ويتم اخراجه بوساطة الكلية، كما ينقل الجلد كلوريد الصوديوم (ايونات الصوديوم والكلوريد) من البيئة نقلاً فعالاً، وتكون الكلية بولاً مخففاً وذلك بامتصاص الصوديوم والكلوريد منه. وينساب البول إلى المثانة حيث يخزن فيها واثناء خزنه يمتص منه معظم كلوريد الصوديوم المتبقي ليعود إلى الدم (شكل 3-9).



شكل (3-9). تبادل الماء والاملاح في الضفدع (للاطلاع).

3 الاخراج في الزواحف:

يغطي جسم الزواحف جلداً غير نفاذ للماء، والكلى فيها من النوع البعدي وهي ذات كبيبات قليلة وصغيرة الحجم. وتطرح معظم الزواحف فضلاتها النتروجينية على شكل حامض اليوريك، وهذا يعني بقاء كمية قليلة من الماء مع الفضلات وهي كمية ضرورية لحمل حامض اليوريك إلى الحالب ثم إلى المثانة أو المجمع وكلاهما يمتص اكبر كمية ممكنة من الماء ولذلك يطرح البول مع الغائط على شكل مزيج جاف تقريباً.

4 الاخراج في الطيور:

وكما هو الحال في الزواحف فان كلى الطيور من نوع الكلى البعدية، وهي كذلك تطرح فضلاتها النتروجينية على شكل حامض اليوريك.

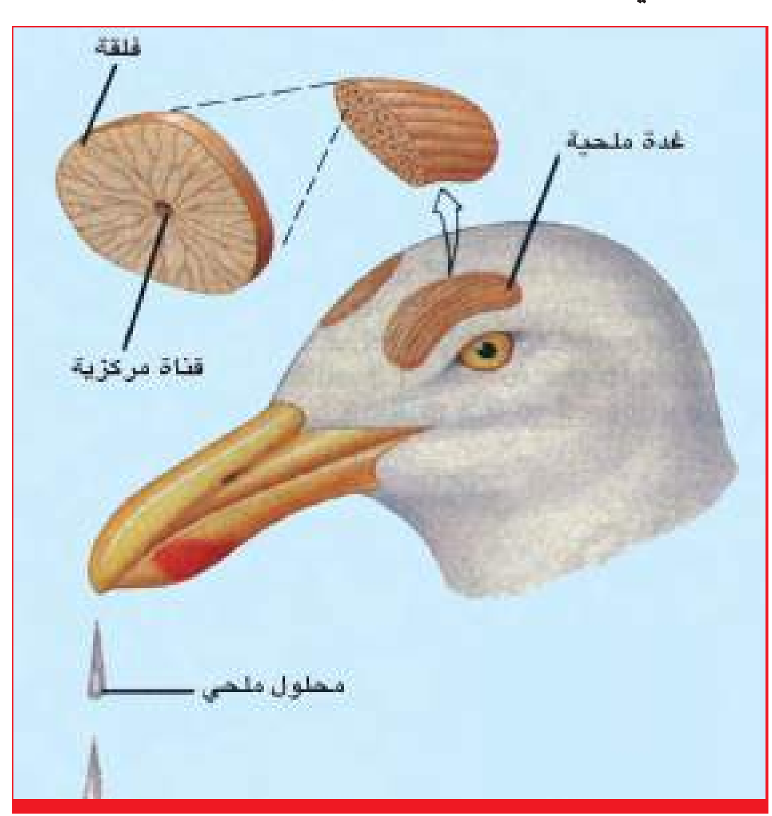
وتوجد طيور تعيش في مناطق ينعدم فيها الماء العذب ومن ثم فانها تشرب ماء البحر ذا التركيز الملحي العالي، وقد تكيفت لذلك من خلال امتلاك كلى متخصصة لذلك أو وجود غدد فارزة للملح كتلك الموجودة في الزواحف (شكل 3-11).

أضف إلى معلوماتك

تمتلك بعض السحالي والسلاحف البحرية غدداً ملحية توجد على السطح الظهري للرأس في الغالب، وهذه الغدد قادرة على اخراج محلول عالي التركيز من كلوريد الصوديوم وفي الغالب يطرح هذا المحلول على هيئة دموع ملحية (شكل 3-10).



شكل (3-10). الغدة الملحية في الزواحف.



شكل (3-11). الغدة الملحية في النورس البحري (للاطلاع).

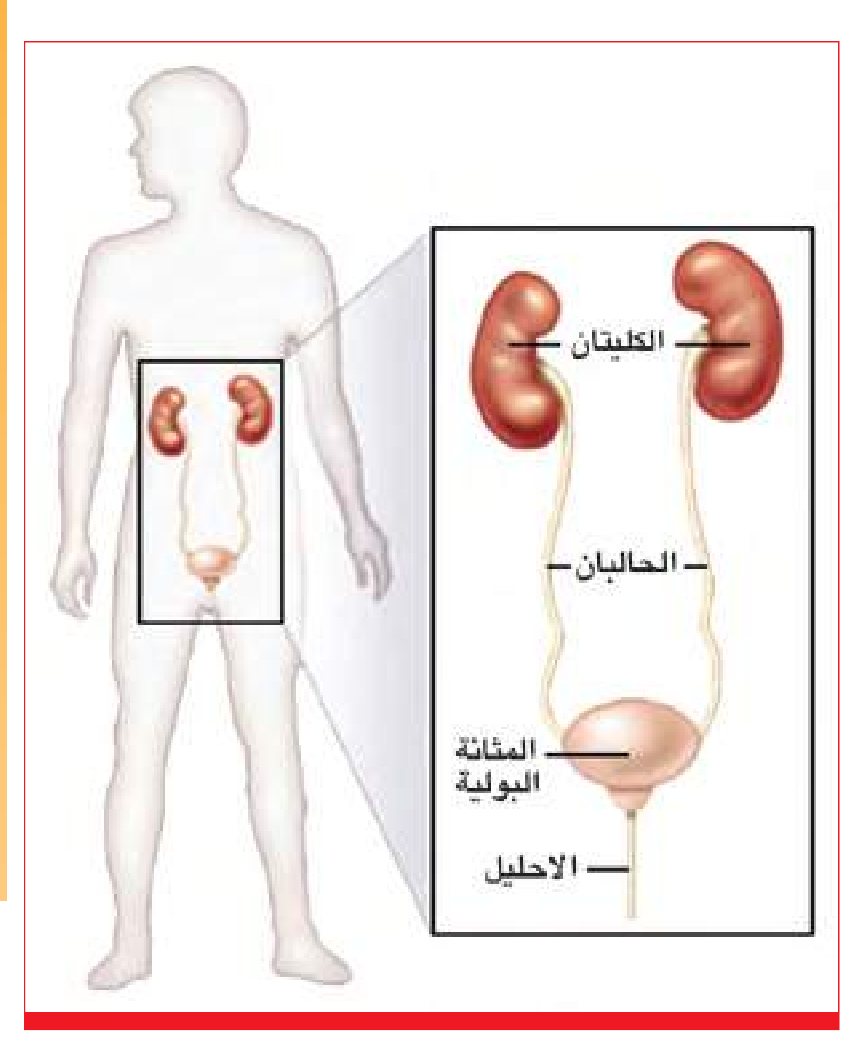
5 الاخراج في الثديّات:

سوف ندرس جهاز الاخراج في الانسان كمثال نموذجي للفقريات بشكل عام وللبائن بشكل خاص.

يتألف الجهاز الاخراجي في الانسان من الكليتين (Kidneys)، والحالبين (Ureters)، والمثانة البولية (Urinary Bladder)، والاحليل (Urethra) شكل (3-12).

1 - الكليتان:

كليتا الانسان تتمثلان بعضوين شبيهين بحبة الفاصوليا (10سم طول × 5 سم عرض). تقع الكليتان على جانبي العمود الفقري على الجدار الخلفي (الظهري) للتجويف البطني، وتثبتان على الجدار بوساطة وسادة دهنية وتحاط كل كلية بمحفظة.



شكل (3-12). الجهاز الاخراجي في الانسان.

أضف إلى معلوماتك

توجد في الفقريات ثلاث انواع من الكلى هي:

1- الكلية الاولية: وهي اولى الكلى واكثرها بدائية وتقع في الجزء الامامي من الجسم، وهي توجد في جميع اجنة الفقريات.

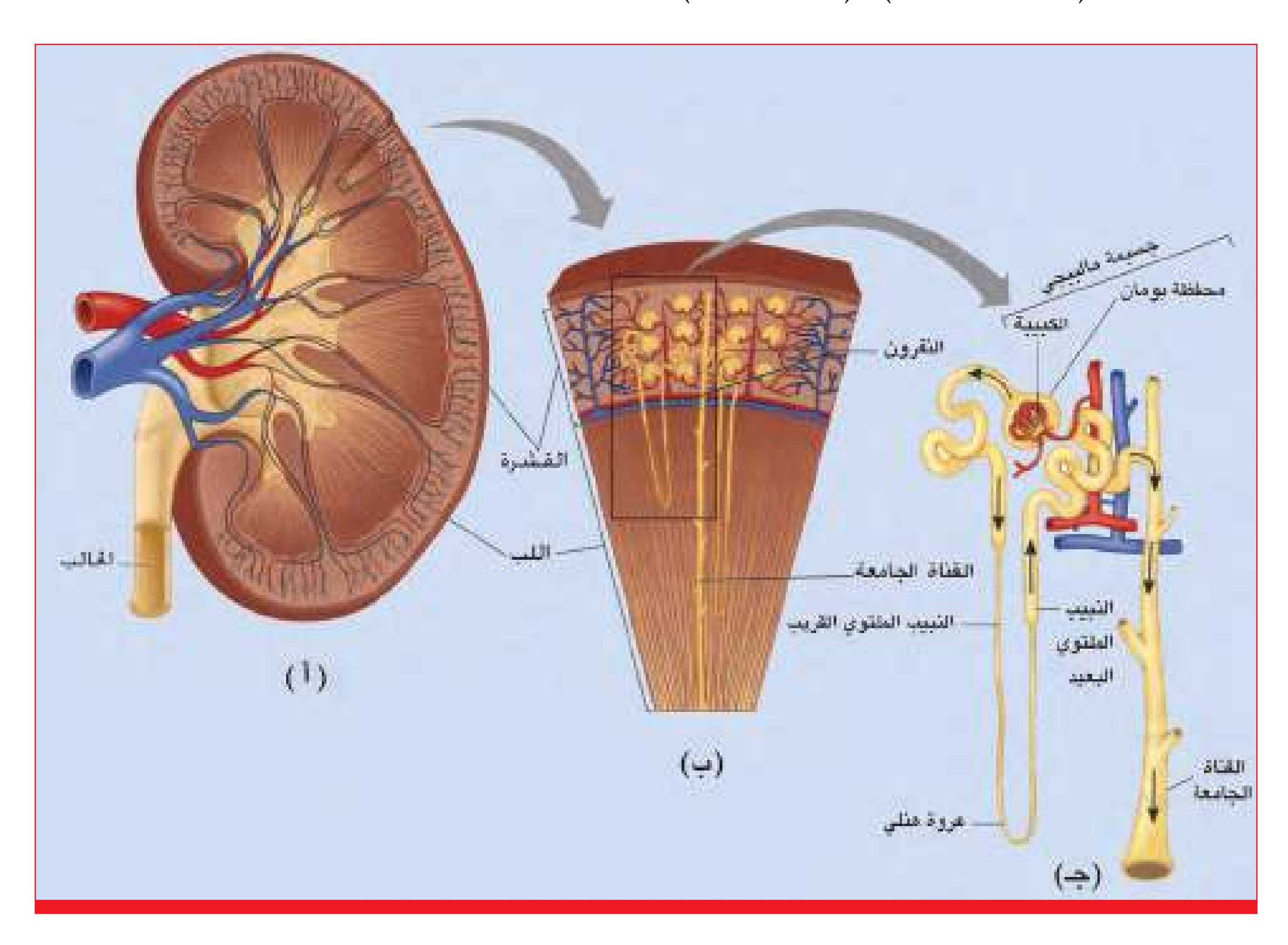
2- الكلية المتوسطة: وهي الكلية التي تنشأ بعد ان تتلاشى الكلية الاولية في اجنة الفقريات وتأخذ موقعاً في وسط الجسم. تكون هذه الكلية فعالة في الطور الجنيني للسلويات (الزواحف والطيور والثدييات) وتكون هذه الكلية فعالة في بالغات اللاسلويات (الاسماك والبرمائيات).

3- الكلية البعدية: وهي الكلية الاكثر تقدماً وتكون اكبر حجماً ومكتنزة في تركيبها وهي تقع غالباً في النصف السفلي من الجسم، وتمثل كلية البالغات من السلويات (الزواحف والطيور والثدييات).

تركيب الكلية

تتكون كلية الانسان من جزء داخلي يسمى اللب (Medulla) وآخر خارجي هو القشرة (Cortex)، ويوجد تجويف يقع في الجهة الداخلية من الكلية يسمى حوض الكلية (Renal Pelvis) والذي يؤدي الى الحالب (Ur - ter) شكل (3-13) والاخير ينقل البول الى المثانة البولية (Urinary Bladder). وتحتوي القشرة لكل كلية على حوالي مليون وحدة كلوية (Nephron) وهي تركيب انبوبي يمتد من القشرة ويفتح في حوض الكلية ماراً بمنطقة اللب. وتتركب كل وحدة كلوية من الاجزاء الآتية:

1 جسيمة مالبيجي (Malpighian Corpuscle): أو الجسيمة الكلوية (Renal Corpuscle) تقع جسيمة مالبيجي في منطقة القشرة وتتكون من محفظة قمعية الشكل تسمى محفظة بومان (Bowman's Capsule) يوجد في داخلها كتلة من الأوعية الدموية الشعرية تؤلف ما يسمى الكبيبة (Glomerulus)، (شكل 3-13).



شكل (3-13). تشريح الكلية في الانسان. (أ) مقطع مستعرض في كلية الانسان، (ب) موقع نبيبات الكلية، (جـ) تركيب نبيبات الكلية (النبيب الملتوي القريب والنبيب الملتوي البعيد).

2 النبيبات (Tubules): تتمثل بنبيبات ملتوية أو مستقيمة محاطة بأوعية دموية شعرية (شكل 3-13) وهي تتميز إلى الاجزاء الآتية:

- النبيب الملتوي القريب أو الداني (Proximal Convoluted Tubule) وهو الجزء القريب من جسيمة مالبيجي.
- النبيب الملتوي البعيد أو القاصي (Distal Convoluted tubule).
- عروة هنلي (Henle‘s loop) وتكون في الانسان بشكل حرف (U) وتقع بين النبيب القريب والنبيب البعيد.

يتصل النبيب الملتوي البعيد بالقناة الجامعة (Collecting Duct) التي يصب فيها عدة نبيبات بعيدة (عدة وحدات كلوية).

2 - الحالبان (Ureters):

لكل كلية حالب وهو يصل الكلية بالمثانة البولية ويبلغ طول الحالب في الانسان حوالي 25 سم.

3 - المثانة البولية (Urinary Bladder):

عضو عضلي مجوف يقع في تجويف الحوض، وتفتح المثانة في الاحليل الذي تحيط بفتحته عضلة عاصرة ملساء. ووظيفة المثانة تتمثل بخزن البول وطرحه، ويطرح البول من المثانة إلى الخارج من خلال الاحليل.

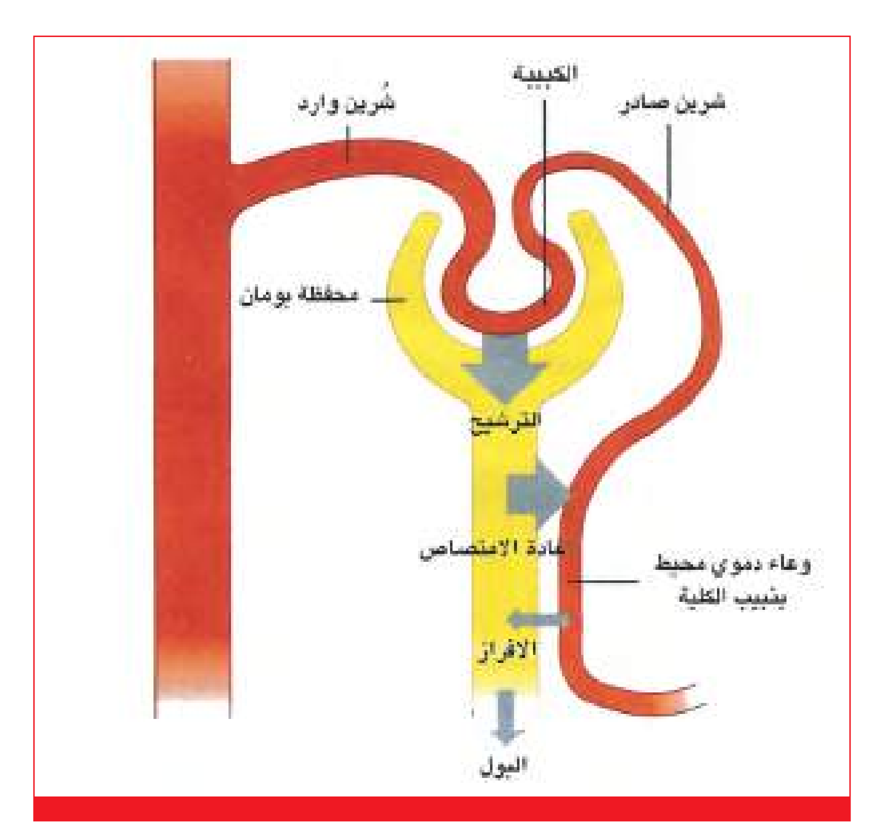
3-4-3. تكوين البول

تجمع النبيبات الكلوية البول (Urine)، وهو محلول مائي يحتوي على الفضلات الايضية والتي تؤخذ من الدم. ان اكثر الفضلات النتروجينية وجوداً هي اليوريا والامونيا وحامض اليوريك وغير ذلك.
تشتمل عملية تكوين البول ثلاث مراحل (شكل 3-14) هي:

1 **الترشيح الكبيبي** (Glomerular Filteration).

2 **اعادة الامتصاص** (Reabsorption)

3 **الافراز** (Secretion).



شكل (3–14). تكوين البول في الوحدة الكلوية في الانسان.

1– الترشيح الكبيبي:

خلال هذه المرحلة يترشح الماء والايونات المختلفة والجزيئات العضوية (جزيئات السكريات البسيطة والاحماض الامينية والفضلات النتروجينية). اما خلايا الدم والجزيئات الكبيرة مثل جزيئات الدهون والبروتينات فانها لاتترشح.

تعتمد عملية الترشيح في الكبيبة على الأوعية الدموية التي تدخلها، حيث تسبب هذه الأوعية ضغطاً ترشيحياً يؤدي إلى ابعاد الماء وباقي المواد الذائبة ذات الجزيئات الصغيرة، وتنتج الكبيبة كمية كبيرة من الراشح حيث ان حجم البول في الانسان مثلا يمثل 1٪ فقط من راشح الكبيبة.

2– اعادة الامتصاص:

يتم اعادة امتصاص العديد من المواد في الجزء البعيد من النبيبات الكلوية ومن اهمها ايونات الصوديوم والكلوريد والبيكاربونات وبعض المواد المفيدة مثل الكلوكوز والاحماض الامينية والشحمية واكثر من 99٪ من ماء راشح الكبيبة.

أضف إلى معلوماتك

يتم تنظيم الضغط الاوزموزي للدم بصورة محكمة بوساطة الكلية، فحينما تكون السوائل المشروبة كثيرة فان الكلية تطرح بولاً مخففاً، محتفظةً بالاملاح ومخرجة للماء اما حينما تكون كمية السوائل قليلة، فان الكلية تحتفظ بالماء مكونة بولاً مركزاً، ويمكن للشخص الذي يعاني من الجفاف ان يركز البول الى اربع اضعاف التركيب الاوزموزي للدم تقريباً.

ان عملية اعادة الامتصاص هي عملية مهمة في تكوين البول وتتضمن الانتشار البسيط (السلبي) رجوعاً إلى النبيبات الكلوية والانتشار الفعال الذي تقوم به خلايا النبيبات الكلوية بوجود طاقة. ومعظم المواد التي يعاد امتصاصها عن طريق الانتشار الفعال لان تراكيزها في النبيبات البولية مشابهة لتراكيزها في الدم. وتنتج اغلب الفقريات بولاً ذا تركيز مشابه لتركيز دمائها ولكن في اللبائن بضمنها الانسان يكون تركيز البول اكثر بكثير من تركيز الدم وهذا يعود إلى وجود عروة هنلي (Henle's Loop)، حيث تؤدي عملية دوران الصوديوم في عروة هنلي إلى تراكم الصوديوم فيها، وتعتمد درجة تجميع الصوديوم على طول عروة هنلي. ولابد من الاشارة إلى انه لايعاد امتصاص اي نسبة من اليوريا.

أضف إلى معلوماتك

تقسم الحيوانات من حيث المقاومة للتغير في الضغط الاوزموزي للمحيط الى مجموعتين هما:

1- الحيوانات ضيقة الملوحة (Stenohaline) وهي الحيوانات التي تمتلك مدى تحمل محدود تجاه التغير في التركيز الاوزموزي للمحيط الخارجي.

2- الحيوانات واسعة الملوحة (Euryhaline) وهي الحيوانات التي لها مدى تحمل واسع تجاه التغير في التركيز الاوزموزي.

3- الافراز :

تشمل مرحلة الافراز اضافة بعض المواد إلى البول، ففي اللبائن يضاف الكرياتينين (Creatinine) والامونيا وايونات الهيدروجين والبوتاسيوم ومختلف العقاقير مثل البنسلين وغالباً ماتحدث هذه الاضافة في نهاية النبيبات البولية.

3-5. تنظيم درجة الحرارة (Temperature Regulation)

ان من بين اهم المشاكل التي تواجه الحيوان هي الحفاظ على وسطه الداخلي في حالة تسمح بالوظائف الخلوية الطبيعية، فالنشاطات الكيموحياتية هي حساسة للوسط الكيميائي. ودرجة الحرارة هي حد قاس للحيوانات، اذ انها تمثل الثبات الكيموحياتي، فحينما تنخفض درجة حرارة الجسم بدرجة كبيرة فأن العمليات الحيوية تبطأ سرعتها في الجسم، وتقل كمية الطاقة التي يستطيع الحيوان ان يدخرها للنشاط والتكاثر، واذا ارتفعت درجة الحرارة الى مستويات عالية، فأن التفاعلات الحيوية تصبح غير متزنة وتتعطل او تتوقف التفاعلات الانزيمية، وهكذا فأن الحيوانات يمكنها العمل بنجاح في نطاق محدود من درجات الحرارة ويكون المدى عادة بين (صفر- 40) درجة سيليزية وعلى الحيوانات ان تجد البيئة الملائمة ضمن مديات فعالياتها الحيوية.

3-5-1. درجة الحرارة في الحيوانات

يستخدم علماء الاحياء العديد من المصطلحات للتعبير عن مجاميع الحيوانات تبعاً للتنظيم الحراري لاجسامها، فهم يقسمون الحيوانات الى:

(أ) متغيرة الحرارة (Poikilothermic) او ما يعرف بذوات الدم البارد (Cold– Blooded Animals) .

(ب) ثابتة الحرارة (Homothermic) أو ما يعرف بذوات الدم الحار (Warm– Blooded Animals).

ان هذه المصطلحات ما زالت غير مقنعة للكثير من علماء الاحياء فعلى سبيل المثال تعيش اسماك قاع البحر في بيئة ليس لها تغير محسوس في درجات الحرارة وبالتالي فأن درجة حرارة جسمها تكاد تكون ثابتة، الا ان بعض الباحثين يرفض اعتبارها ثابتة الحرارة، وبالاضافة لذلك تجد ان الكثير من الطيور والثدييات ثابتة الحرارة تظهر تغيراً في درجات حرارة اجسامها ما بين النهار والليل، او بين فصول السنة.

ويفضل علماء الاحياء حالياً اعتبار ان درجة حرارة جسم الحيوان هي توازن ما بين الحرارة المكتسبة والحرارة المفقودة، فجميع الحيوانات تحصل على الحرارة من فعالياتها الحيوية، ولكن في معظمها تنتقل الحرارة بعيداً بمجرد انتاجها ومثل هذه الحيوانات يطلق عليها خارجية المصدر الحراري (Ectothermic)، والغالبية العظمى للحيوانات تتبع هذه المجموعة. الا ان هناك مجموعة اخرى من الحيوانات تقوم بخزن او ادخار ما يكفي من الحرارة التي تنتجها لرفع درجة حرارة جسمها، وكون المصدر الحراري لجسمها داخلياً فأنها تسمى داخلية المصدر الحراري (Endothermic) وهذه تتمثل بالطيور والثدييات والقليل من الزواحف.

كيف تحصل الحيوانات على استقلالها الحراري؟

أولاً: الحيوانات خارجية المصدر الحراري: تستطيع الحيوانات خارجية المصدر الحراري تنظيم درجة حرارة جسمها من خلال ضوابط معينة هي:

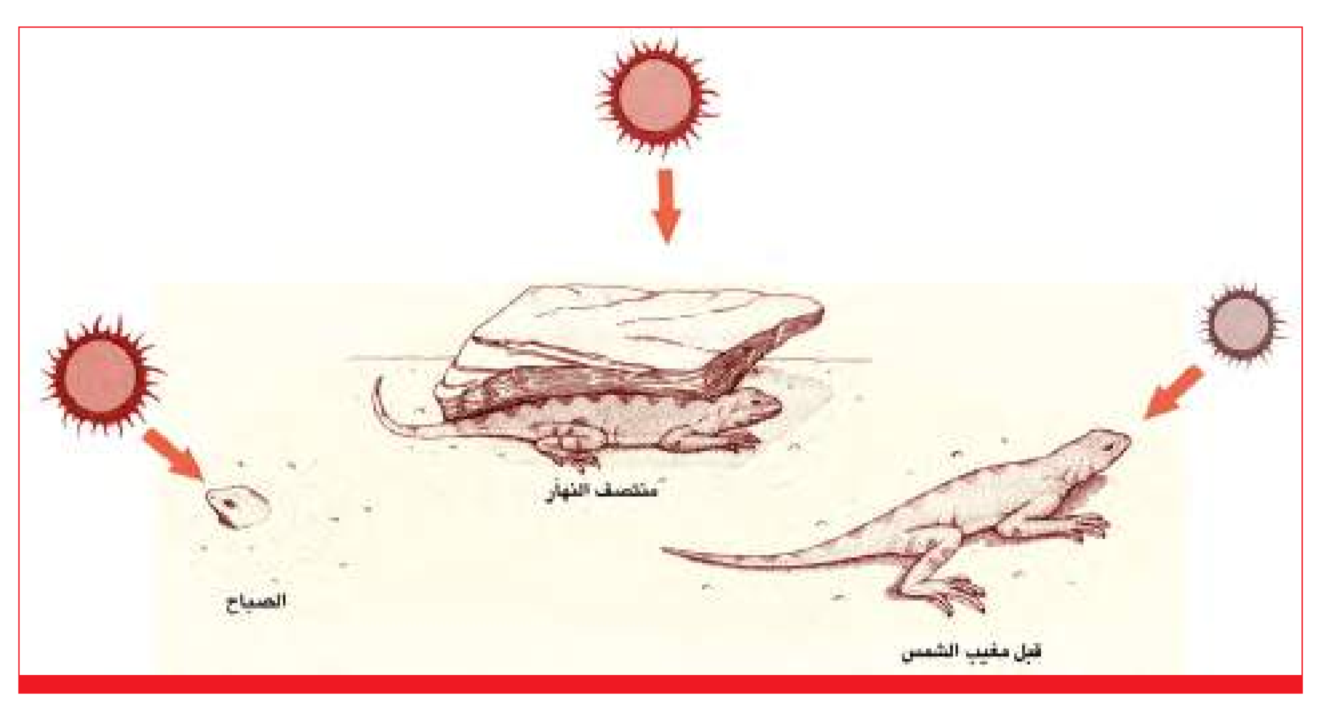
1- ضوابط سلوكية

2- ضوابط ايضية

1- الضوابط السلوكية: بالرغم من كون الحيوانات خارجية المصدر الحراري غير قادرة على التحكم بدرجة حرارة جسمها الا انها تظهر بعض الانماط السلوكية التي تقيها او تحميها من التأثيرات المميتة لتغيرات درجة الحرارة ومن بينها:

(أ) البحث عن مناطق في بيئتها تكون درجة حرارتها مناسبة للفعاليات الحيوية لها، وعلى سبيل المثال نجد السحالي الصحراوية تستغل التغيرات التي تحدث من ساعة الى اخرى لأشعة الشمس لتحافظ على درجة

حرارة جسمها ثابتة نسبياً (شكل 3-15) وهي تخرج في الصباح من مخابئها لتحصل على الحرارة، وعندما يدفأ الجو فأنها تتخذ مواضع بحيث تقلل من مساحة جسمها المعرضة للشمس، وعند اشتداد الحرارة لاقصى درجة اثناء النهار قد تنسحب الى مخابئها وفي وقت غروب الشمس وعندما تنخفض درجة الحرارة تخرج لتنعم بالشمس الهابطة.



شكل (3-15) كيفية تنظيم السحلية لدرجة حرارة جسمها بطريقة سلوكية (للاطلاع).

(ب) تستطيع بعض السحالي تحمل حرارة منتصف النهار دون ان تختبئ وعلى سبيل المثال نجد ان السحلية اغوانا (Iguana) الصحراوية تفضل درجة حرارة 42 درجة سيليزية لتنجز فعالياتها الحيوية بنشاط ويمكنها ان تتحمل ارتفاع درجة الحرارة حتى درجة 47 درجة سيليزية وهي درجة مميتة لجميع الطيور والثدييات وبعض السحالي الاخرى، الا ان تنظيم السوائل الداخلية في جسمها تمكنها من ذلك وهي بذلك ليست من ذوات الدم البارد كما يشار الى السحالي.

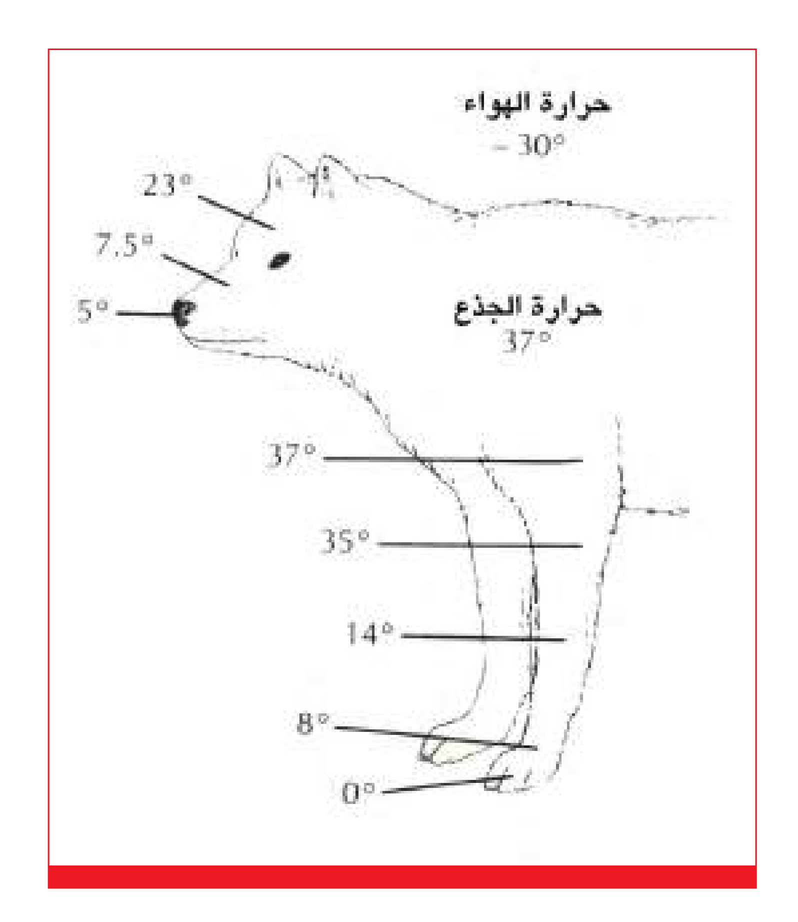
2- **الضوابط الايضية:** تستطيع معظم الحيوانات خارجية المصدر الحراري ضبط فعاليتها الحيوية بدون تغير، وذلك حتى في ظروف الحرارة التي تكون اصلاً غير ملائمة، وهذا يتطلب ضوابط كيموحياتية وخلوية معقدة، وهذه الضوابط وعلى سبيل المثال تمكن حيوان السلمندر (Salamander) من الاستفادة ليقوم بنفس النشاط في البيئة الدافئة والبيئة الباردة.

ثانياً: الحيوانات داخلية المصدر الحراري: تتراوح درجة حرارة الجسم في معظم الثدييات بين (36- 38) درجة سيليزية وهي اقل من درجة حرارة اجسام الطيور التي تتراوح بين (40 - 42) درجة سيليزية، ويتم

الحفاظ على ثبات درجة الحرارة بوساطة اتزان دقيق بين انتاج الحرارة وفقدانها وبالتأكيد فأن هذا ليس بالامر البسيط عندما تكون هذه الحيوانات في حالة تبادل مستمر فيما بين فترات راحة وفترات نشاط.

يتم انتاج الحرارة بوساطة ايض الحيوان، الذي يتضمن اكسدة المواد الغذائية والايض الخلوي الاساسي والتقلص العضلي، وتفقد الحرارة بوساطة الاشعاع والتوصيل الى وسط اكثر برودة، وبوساطة تبخر الماء.. والطيور أو الثدييات يمكنها التحكم في كلتا العمليتين من انتاج الحرارة وفقدها في حدود تكاد تكون واسعة، فأذا اصبح الحيوان بارداً جداً فأنه يستطيع توليد حرارة بزيادة النشاط العضلي، او يقلل من فقدان الحرارة بزيادة عزل جسمه، واذا اصبح الحيوان دافئاً جداً فأنه يستطيع ان يقلل من انتاج الحرارة وان يزيد من فقدانها.

وكما هو الحال في الحيوانات خارجية المصدر الحراري فأن الحيوانات داخلية المصدر الحراري يمكن ان تنظم درجة حرارة جسمها من خلال ضوابط سلوكية واخرى وظيفية تمكنها من التكيف للمعيشة في البيئات الحارة والبيئات الباردة فضلاً عن انها تمتلك تكيفات تركيبية تمكنها من ذلك وعلى سبيل المثال لاالحصر نجد ان الثدييات التي تعيش في المناطق الباردة تظهر زيادة في سمك الفراء خلال فصل الشتاء بدرجة قد تصل الى 50% من الزيادة في السمك، وهذا يحصل في منطقة الجذع اما في الذيل والاطراف والانف والاذان في الثدييات القطبية، فلا تستطيع هذه الحيوانات عزلها عن البرد كما هو الحال في الجذع، ولكي تمنع هذه الاجزاء من ان تصبح وسائل رئيسة لفقد الحرارة، فأنه يسمح لها بأن تبرد لدرجة حرارة منخفضة، مقتربة غالباً من نقطة التجمد (شكل 3–16) واثناء مرور الدم الشرياني لداخل الرجل مثلاً.. فأن الحرارة تتحول مباشرة من الشريان الى الوريد الذي يعود بها الى الجذع.



شكل (3–16) اختلاف درجات الحرارة في مناطق الجسم في الذئب القطبي (للاطلاع).

.2-5-3 السبات او البيات (Hibernation)

تلجأ العديد من الحيوانات الى سلوكيات متنوعة من أجل الحفاظ على ثبات درجة حرارة الوسط ومن بين هذه السلوكيات، السبات او البيات الذي يشمل التنظيم الحراري عند مستويات واطئة عادةً وهو يحصل في العديد من الفقريات وبشكل خاص الفقريات الواطئة التي لاتستطيع الحفاظ على ثبات درجة حرارة جسمها، وهو يحدث في اصناف محددة من اللبائن (ثابتة الحرارة) مثل الثدييات البدائية من وحيدة الفتحة وآكلة الحشرات والقوارض والخفافيش وتقوم الحيوانات التي تسلك هذا السلوك بالتهيؤ للسبات بجمع المواد الدهنية في الجسم، والتي تقوم ببناءها من الكاربوهيدرات وهناك حيوانات لا تقوم بجمع الدهون بل تقوم بخزن الغذاء كما هو الحال في الهامستر واخرى تقوم برفع مستوى الانسولين كما تفعل القنافذ، وغير ذلك من الاليات الوظيفية التي تقوم بها الحيوانات بغية توفير متطلبات بقاءها.



حيوان قارض صغير لايتجاوز طوله 8 سينتميتر يمر بمرحلة سبات شتوي وهو يلتف على نفسه ليصبح على شكل كرة صغيرة وينام نوماً عميقاً ولا يستيقظ من نومه ما لم يتعرض الى هزة شديدة، يوجد هذا القارض في أوروبا وهو يتغذى على البندق والتوت الارضي والبذور المختلفة.

تعريف ببعض المصطلحات التي وردت في الفصل (للإطلاع)

Bowman's Capsule = محفظة بومان: وهي عبارة عن محفظة ثنائية الطبقة تتكون جدرانها من طبقة من الخلايا الحرشفية.

Contractile Vacuole= الفجوة المتقلصة : فجوة خلوية مملوءة بسائل شفاف، توجد في الاحياء الاولية وحيدة الخلية وبعض متعددة الخلايا الواطئة وهي تطرح السوائل الزائدة عن حاجة الجسم لتنظيم الحالة الاوزموزية للجسم وطرح الفضلات.

Distal Convoluted Tubule= النبيب الملتوي البعيد (القاصي).

Glomerulus= الكبيبة : لفة من الاوعية الشعرية الدموية توجد داخل محفظة بومان وتتمثل هذه الاوعية الشعرية باوعية واردة واخرى صادرة.

Glomerular Filteration = الترشيح الكبيبي.

Loop of Henle = عروة هنلي: جزء وسطي من النبيب الكلوي، يتميز الى جزء نازل مرتبط بالنبيب الملتوي القريب (الداني) وآخر صاعد يرتبط بالنبيب الملتوي البعيد (القاصي).

Malpighian Corpuscle= جسيمة مالبيجي: تتمثل بأنيبيبات (نبيبات) ابرازية تفتح في القناة الهضمية توجد في الحشرات وهي تمثل بديل للوحدة الابرازية في الفقريات، وتعد بمثابة نظام مختلف للابراز لايحتاج الى ضغط دم لازم للترشيح، ويطلق عليها في الفقريات بالجسيمة الكلوية.

Nephridium= النفريديوم: تركيب انبوبي يمثل الوحدة الابرازية في العديد من الحيوانات.

Proximal Convoluted Tubule = النبيب الملتوي القريب (الداني).

Reabsorption = اعادة الامتصاص عملية تقوم بها خلايا النبيبات الكلوية من خلال انتقاء المواد المفيدة اختياريا من الراشح الكبيبي.

Secretion = الافراز: عملية تقوم بها خلايا النبيبات الكلوية حيث تقوم بالوظائف الافرازية بالنسبة للمواد غير المفيدة والفضلات النتروجينية.

اسئلة الفصل الثالث

س1 عرف ما ياتي:

(1) الاخراج (2)الادماع

(3) الفجوة المتقلصة (4) الخلايا اللهبية

س2 قارن بين الاخراج في دودة الارض والسرطان.

س3 ضع علامة (✓) جنب العبارة الصحيحة وعلامة (×) جنب العبارة الخاطئة وصحح الخطأ ان وجد.

☐ (1) تمتلك الحشرات والعناكب جهازاً اخراجياً انبوبياً متمثلاً بنبيبات مالبيجي.

☐ (2) الكلية الأولية تكون عاملة في اجنة الاسماك والبرمائيات.

☐ (3) تطرح الكلية في اسماك المياه العذبة العظمية بولاً مخففاً.

☐ (4) تمتلك جميع الطيور غدداً ملحية توجد على السطح الظهري للرأس وتطرح سائلاً ذا تركيز ملحي عالٍ.

☐ (5) تحتوي قشرة الكلية في الانسان مليون وحدة كلوية.

☐ (6) تتمثل الوحدة الكلوية في الانسان بتركيب انبوبي يمتد من القشرة ويفتح في حوض الكلية ماراً بمنطقة اللب.

☐ (7) يعرف البول بانه محلول مائي يحتوي على الفضلات الايضية والتي تؤخذ من الجهاز الهضمي فقط.

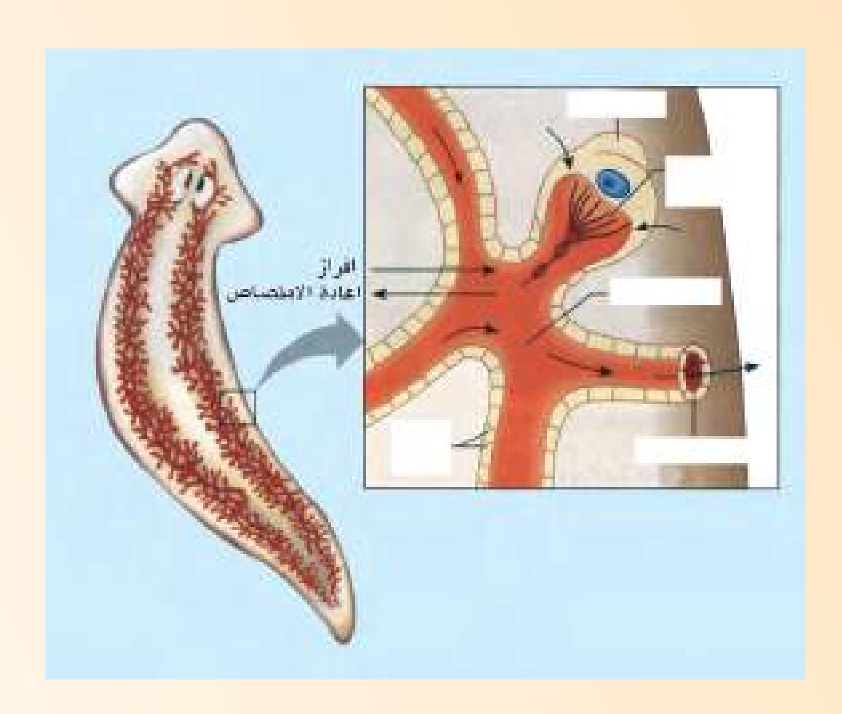
☐ (8) تشمل عملية تكوين البول مرحلتين هما : الترشيح الكبيبي واعادة الامتصاص.

☐ (9) يكون تركيز البول في الانسان اقل بكثير من تركيز الدم.

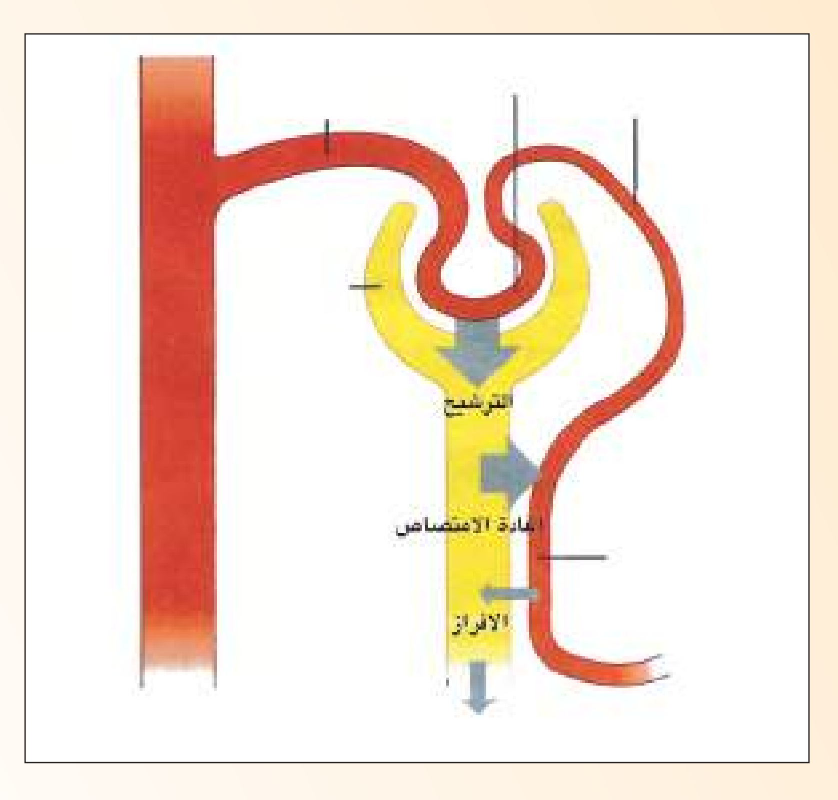
☐ (10) يلجأ القنفذ الى رفع مستوى الانسولين لغرض التهيؤ للسبات.

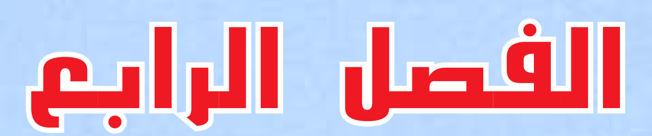
س4 اكمل تأشير الاشكال الآتية:

(أ) جهاز الاخراج في البلاناريا.



(ب) تكوين البول في الوحدة الكلوية في الانسان.





4

الحركة (Locomotion)

المحتويات

1-4	مقدمة
2-4	الحركة في الاحياء وحيدة الخلية
3-4	الحركة في النباتات
4-4	الحركة في الحيوانات
	أسئلة الفصل

النواتج التعليمية

يكون الطالب قادراً على أن:

1- يعرف مفهوم الحركة.

2- يوضح ميكانيكيات الحركة في الاحياء وحيدة الخلية.

3- يقارن بين الحركة الهدبية والحركة السوطية.

4- يعرف مفهوم الانتحاء ويبين انواعه.

5- يوضح حركات النوم في النبات.

6- يبين مفهوم الحركة العضلية في الحيوانات.

7- يعرف انواع العضلات في الحيوانات.

8- يقارن بين العضلات في اللافقريات والفقريات.

9- يعرف الهيكل الحركي المائي.

10- يوضح ميكانيكية الحركة في دودة الارض.

11- يبين انواع الحركة في المفصليات.

12- يعدد انواع الحركة في الفقريات.

13- يبين طرق السباحة في الاسماك.

14- يشرح انواع الحركة في الاسماك.

15- يبين الطرق التي تستخدمها الحيات في حركتها الزاحفة.

16- يعدد الانواع الاساسية لطيران الطيور.

17- يعرف الطيران الخفاق.

18- يشرح مفهوم الجري في اللبائن.



الحركة (Locomotion)

4-1. مقدمة

تعد الحركة واحدة من اهم متطلبات الاحياء، والحركة هي صفة مميزة للحيوانات، وقد نلاحظ حركة النبات، ولكن هذه تنتج عادة من التغير في الضغط، نتيجة تضخم الخلايا التي امتلأت بالسوائل، أو نتيجة للنمو وليس نتيجة لعمليات تقلص وانبساط الالياف العضلية كما هو الحال في الحيوان.

تحدث الحركة في الحيوان باشكال وصور كثيرة، تتراوح بين حركة السايتوبلازم والحركة الحرة القوية للالياف العضلية (الحركة العضلية) كما في الفقريات. ولقد اصبح معروفاً الان ان معظم حركة الحيوانات تعتمد اساساً على ميكانيكية اساسية واحدة تتلخص بتقلص وانبساط الالياف العضلية والتي تحوي لييفات دقيقة أو خيوط دقيقة تستطيع ان تنجز فعل الحركة عندما تزود بالطاقة اللازمة من مركب الادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)، وفي جميع الحالات يصرف الحيوان مقدارا من الطاقة يتناسب مع الكتلة المتحركة والمسافة المقطوعة.

والحركة قد تكون موضعية تتمثل بتحريك جزء من الجسم من اتجاه إلى آخر، أو قد تكون انتقالية وفي هذه الحالة تحصل عملية انتقال الجسم (جسم الحيوان) من مكان إلى آخر.

2-4. الحركة في الاحياء وحيدة الخلية:

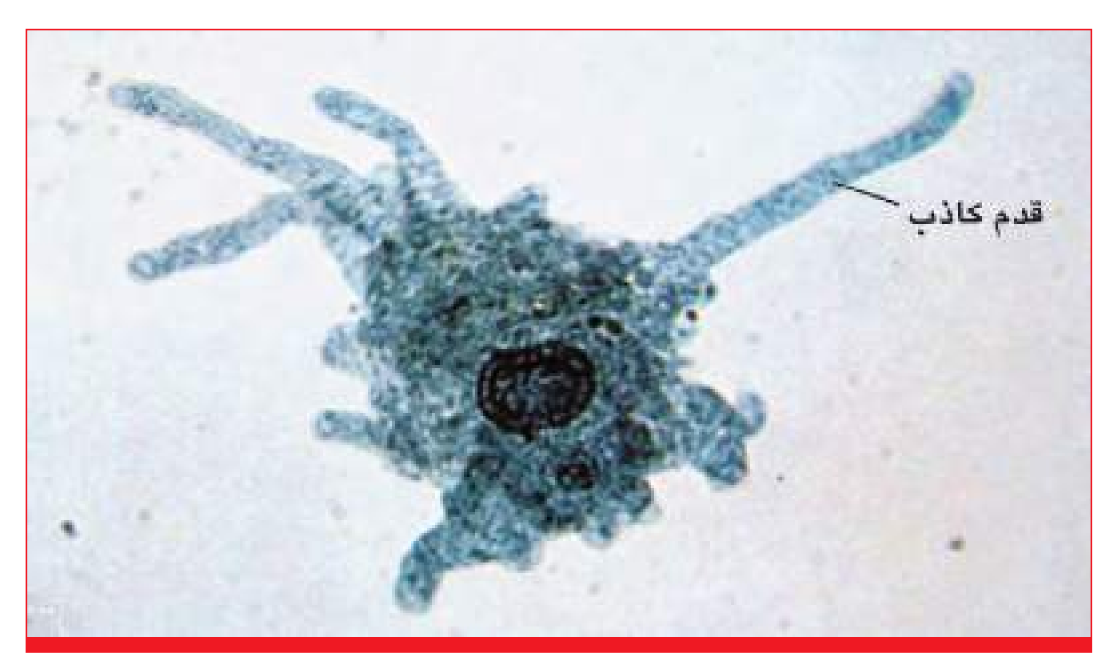
تمتلك الاحياء الأولية (البدائيات والطليعيات) ميكانيكيات حركة متنوعة تتناسب وحجومها والبيئة التي تتواجد فيها .

الحركة في البكتريا

1-2-4. الحركة الاميبية (Ameboid Movement):

الحركة الاميبية هي الحركة المميزة للاميبا، كما تتم مثل هذه الحركة في بعض انواع الخلايا في الحيوانات الراقية مثل: (أ) خلايا الدم البيض، (ب) الخلايا الجنينية الميزنكيمية وغير ذلك من الخلايا الحرة.

والاميبا تتحرك بأستخدام الاقدام الكاذبة (Pseudopodia) والتي تتمثل ببروزات من جسم الخلية تبرز وتنكمش من اي مكان على سطح الخلية (شكل 4-1).



شكل (4-1) المظهر الخارجي للاميبا، ويتضح من خلاله امكانية تكوين الاقدام الكاذبة من اي جزء من سطح الجسم (للاطلاع).

جسم الاميبا مغطى بغشاء حي رقيق يسمى الغشاء البلازمي (Plasma Membrane)، وتوجد تحته طبقة رائقة غير محببة هلامية تسمى بالاكتوبلازم (Ectoplasm)، وتقع تحت الاخيرة طبقة اكثر سيولة تسمى الاندوبلازم (Endoplasm)، وتتم الحركة كالآتي:

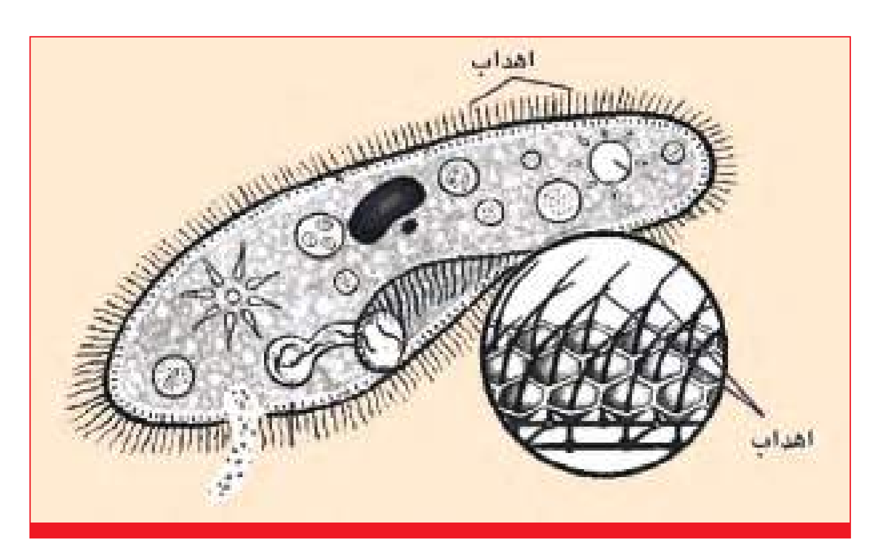
- **أ** تتمدد القدم الكاذبة نحو الخارج.
- **ب** يندفع الاندوبلازم إلى الجانب في موقع القدم الكاذب ويحل محل الاكتوبلازم.
- **جـ** ينسحب الاكتوبلازم نحو الداخل ويتحول إلى اندوبلازم .
- **د** يبدأ الاندوبلازم من جديد بتكوين قدم كاذب آخر وفي اتجاه مختلف .
- **هـ** بتكرار هذه العملية تكون الاميبا قد انجزت حركة انتقالية ضمن الوسط الذي تعيش فيه.

4-2-2. الحركة الهدبية (Ciliary Movement):

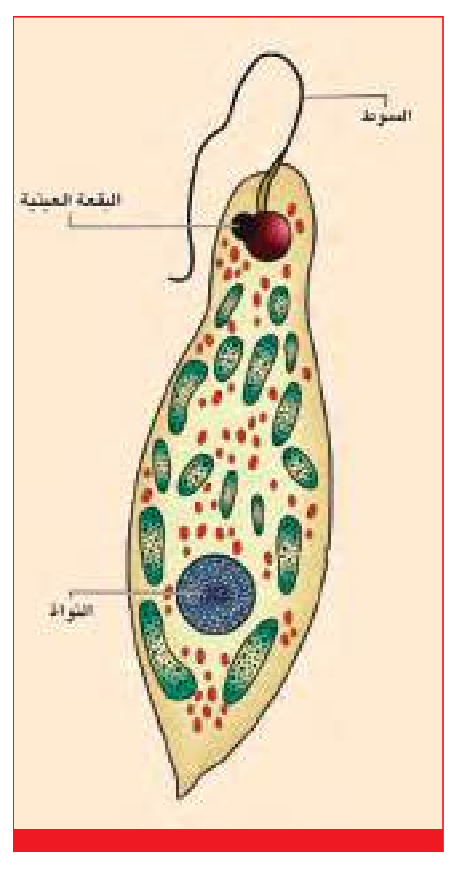
تتم الحركة الهدبية في الاحياء وحيدة الخلية المهدبة مثل البراميسيوم (Paramecium) (شكل 4-2)، والاهداب عبارة عن لواحق متحركة دقيقة جداً تشبه الشعر.


صورة مجهرية للبراميسيوم

يتحرك البراميسيوم بوساطة اهدابه التي تكون حركتها حركة نموذجية متناسقة، حيث ترتبط الاجسام القاعدية للاهداب بليف عصبي يكون مسؤولاً عن تنظيم واستمرار هذه الحركة، وحركة الاهداب تدفع بالبراميسيوم الى الامام أو إلى الخلف وبعكس اتجاه حركة الاهداب.



شكل (4-2) المظهر الخارجي للبراميسيوم وتتضح فيه الاهداب التي تحيط بالجسم



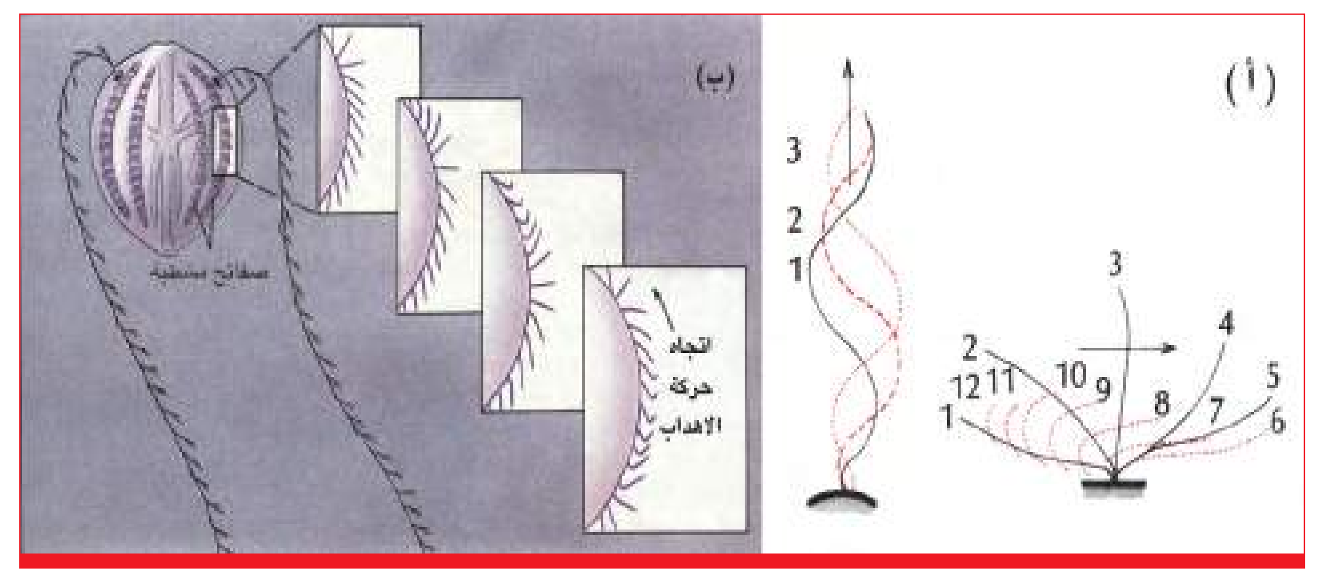
شكل (4-3) المظهر الخارجي لليوغلينا، ويتضح في الشكل موقع السوط في نهاية الخلية .

4-2-3. الحركة بوساطة الاسواط
(Movement by Flagella)

يكون السوط (Flagellum) اطول من الهدب (Cilium)، وعادة يكون مفرداً أو باعداد قليلة في احدى نهايات الخلية، وتوجد الاسواط في الاحياء الأولية السوطية مثل اليوغلينا وفي الحيوانات المنوية للحيوان، وفي الاسفنجيات وغير ذلك (شكل 4- 3).

يتشابه تركيب السوط مع الهدب بدرجة كبيرة الا ان الفرق بينهما في ميكانيكية عملهما ، فالسوط يضرب بطريقة متماثلة متموجة تشبه حركة الثعبان، وبذلك يندفع الماء بأتجاه المحور الطولي للسوط، اما الهدب فتكون ضرباته، ضربة قوية وسريعة في اتجاه واحد تتبعها ضربة بطيئة وعلى هذا فإن الماء سيندفع موازياً للسطح المهدب (شكل 4-4).

وبشكل عام يمكن القول بإن حركة الاسواط تتم بنفس الطريقة التي تتم فيها الحركة في الالياف العضلية للفقريات بفعل التقلص والانبساط الذي يحصل بفعل النبيبات الدقيقة داخل السوط.



شكل (4-4) الحركة السوطية والهدبية (للاطلاع) (أ) يضرب السوط ضربات متموجة، ويدفع الماء موازياً للمحور الرئيسي للسوط. بينما يدفع الهدب الماء باتجاه مواز لسطح الخلية، (ب) حركة الاهداب في الصفائح المشطية. لاحظ كيف تضرب الموجات الصفائح المشطية لتمر اسفل الصف المشطي وبعكس اتجاه ضربة الاهداب. وحركة صفيحة مشطية واحدة ترفع الصفيحة التي تحتها وتقدح للصفيحة السفلى التالية وهكذا.

4-3. الحركة في النباتات:

لا تمتلك النباتات تراكيب أو اعضاء حركة كتلك الموجودة في الحيوانات، والجسم النباتي لا يمكن ان ينجز حركة انتقالية، وتتمتع النباتات بقابلية التنبه ورد الفعل وعادة يتم ذلك بصورة بطيئة لا يمكن للعين البشرية ملاحظتها. وجميع النباتات تستجيب للحوافز البيئية، وهي تختلف في استجابتها من حيث سرعة واتجاه الحركة والآلية التي تسبب هذه الحركة، وفيما يأتي بعض جوانب الحركة في النباتات.

4-3-1. الانتحاء (Tropism):

يمكن تعريف الانتحاء بانه نزعة نشوئية لدى الحيوان أو النبات إلى الحركة أو الدوران استجابة لمنبه ما. تتضح في النباتات عدد من الانتحاءات هي:

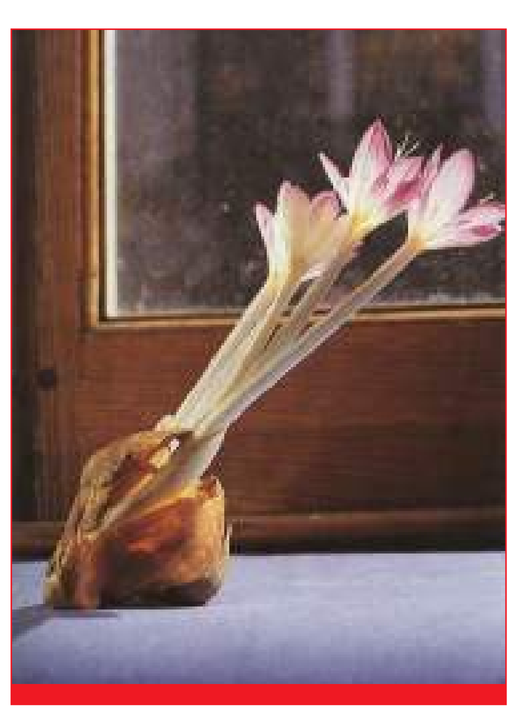
أ الانتحاء الضوئي (Phototropism) ونقصد به الحركة بتأثير حافز الضوء .

ب الانتحاء الجذبي (Gravitropism) ونقصد به الحركة بتأثير حافز الجاذبية الارضية.

جـ الانتحاء اللمسي (Thigmotropism) ونقصد به الحركة بتأثير حافز اللمس.

(أ) الانتحاء الضوئي:

لقد لوحظ ان النباتات تنحني باتجاه مصدر الضوء وعندما يكون انحناء ساق النبات باتجاه الضوء يطلق عليه بالانتحاء الموجب، اما اذا كان الانحناء بعيداً عن الضوء فيطلق عليه بالانتحاء السالب. ويعتقد ان الصبغات ذات العلاقة بالفيتامين رايبوفلافين (Vitamin Riboflavin) تعمل كمستلمات عند حصول الانتحاء الضوئي، ويتبع ذلك انتقال أو حركة هرمون نباتي يدعى اوكسين (Auxin) من الجانب المضيء من الساق إلى الجانب المعتم (جانب الظل)، وتستطيل خلايا الساق في هذا الجانب اكثر من تلك التي في جانب الضوء مؤدية إلى انحناء الساق باتجاه الضوء (شكل 4-5)، وقد يكون الانتحاء الضوئي يومياً بشكل ايقاعي وبما يعرف بالانتحاء الشمسي (Heliotropism) (شكل 4-6).



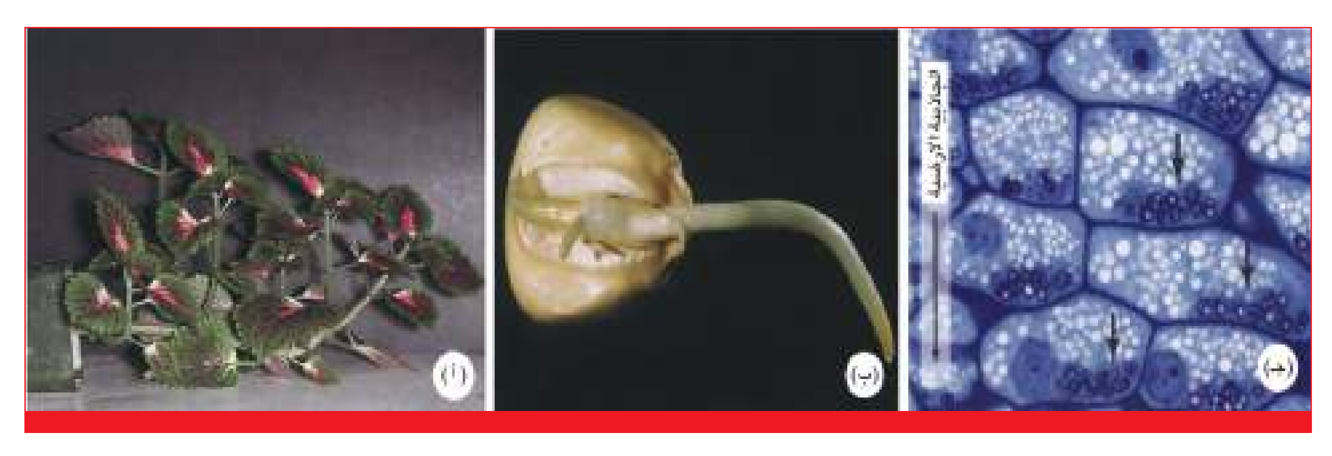
شكل (4-5) الانتحاء الضوئي



شكل (4-6) الانتحاء الضوئي في زهرة الشمس والذي يحصل بشكل يومي أو ما يعرف بالانتحاء الشمسي.

(ب) الانتحاء الجذبي:

عند وضع نبات ما على جانبه فإن الساق فيه يوضح انتحاء جذبي سالب (Ve Gravitropism–)، كون النبات ينمو إلى الاعلى وبعكس السحب الجذبي، والجذور في النباتات تظهر انتحاءاً جذبياً موجباً شكل (4-7)، وفي كلا الحالين فإن الاوكسين هو المسؤول عن هذا النوع من الانتحاء.



شكل (4-7) الانتحاء الجذبي (أ) انتحاء جذبي سالب في نبات الكوليوس يحصل خلال (24) ساعة بعد وضع النبات على جانبه، (ب) انتحاء جذبي موجب في جذور الذرة (جـ) تركز حبيبات النشأ في خلايا القمة النامية للجذر (لاحظ الاسهم توضح كيف يتعامل الجذر مع الجاذبية (لاحظ مواقع تجمعها في الخلايا).

(جـ) الانتحاء اللمسي:

ينمو النبات اعتيادياً بشكل مستقيم لحين تماسه مع شيء أو جسم ما، وحينئذ فإن خلايا النبات التي تكون بتماس مع الجسم (عمود أو جدار مثلاً) يقل نموها بينما تستطيل اجزاء النبات من خلال نمو الخلايا في الجانب المعاكس، والانتحاء اللمسي قد يحصل بشكل سريع جداً، حيث تنمو منها بروزات لولبية تلتف حول الجسم أو العمود الذي يكون بتماس مع النبات (شكل 4-8).

ومن الامثلة الشائعة لحركات اللمس في النباتات ما نلاحظه في النباتات قانصة الحشرات التي تكيفت أوراقها لاقتناص الحشرات كما هو الحال في نبات الدايونيا (Dionaea) والدروزيرا (Drosera). تتألف أوراق هذه النباتات من نصل مسطح ومجنح على هيئة صفيحة مقسومة إلى فصين على حوافها الخارجية اشواك قوية، وتوجد في أوراق هذه النباتات غدد عديدة تفرز مواداً هاضمة. وعندما تمس حشرة ما هذه الاشواك فإن فصي الورقة ينطبقان عليها وتتشابك الاشواك وعندئذ تفرز الغدد عصارة حامضية لزجة وبعد مدة تتراوح بين (9-35) يوماً ينفتح فصا الورقة وقد هضمت الحشرة بالكامل باستثناء الغلاف الكايتيني الذي يلفظ الى الخارج (شكل 4-9).



شكل (4-8) الانتحاء اللمسي ورد فعل النبات بالالتفاف حول العمود، والجسم الذي يكون بتماس معه.



شكل (4-9) النباتات قانصة الحشرات

والانتحاء اللمسي قد لا ترافقه عملية نمو ولا يعتمد على اتجاه الحافز ، كما يحصل في الانتحاء الناتج من اللمس، أو الاهتزاز أو حافز حراري وعلى سبيل المثال اذا لمس أوراق نبات الميموسا (*Mimosa pudica*) فإن أوراقها ستنطوي نحو الاسفل (شكل 4–10) وهذا التحسس يحدث بسبب ضغط الامتلاء (ضغط الانتفاخ) الذي يحصل في خلايا موجودة في منطقة تثخن يدعى بالانتفاخ الوسادي (Pulvinus) في قاعدة الورقة أو الوريقات وتشير الدراسات إلى ان السبب في ذلك يعود إلى خروج ايونات البوتاسيوم (K^+) من الخلايا ويتبعها الماء بعملية الاوزموزية، ويحصل مثل هذا الانحناء في الأوراق ايضاً بفعل الحرارة وبمجرد حصول تماس بأبرة أو دبوس ساخن.



شكل (4–10) الانتحاء اللمسي في نبات الميموسة قبل وبعد لمسها.

4-3-2. **حركات النوم** (Sleep Movements):

يحصل هذا النوع من الحركات يومياً في بعض النباتات كنتيجة لتحسس تغيرات الضوء والظلام اليومية وافضل مثال لذلك ما يحصل في النبات المنزلي المعروف بالنبات المُصَلّي، ففي الظلام تنطوي أوراقه نحو الاعلى مماثلة لرفع الايدي خلال الصلاة، وهذه الحركة هي الاخرى تعد من حركات ضغط الامتلاء للخلايا الموجودة في قاعدة الورقة (شكل 4–11).



شكل (4–11) حركة النوم في النبات. قبل الظلام (أ)، وبعد الظلام حيث تنطوي الاوراق نحو الاعلى (ب).

4-4. الحركة في الحيوانات:

بشكل عام يمكن تسمية الحركة في الحيوانات بالحركة العضلية، حيث تحصل نتيجة لعملية تقلص وانبساط الالياف العضلية (الخلايا العضلية) والالياف العضلية مرتبة في صور وتجمعات مختلفة تمكنها من اداء اي حركة.

4-4-1. أنواع العضلات:

توجد في الحيوانات ثلاث انواع من العضلات هي:

(أ) العضلات الملساء (Smooth Muscles).

(ب) العضلات الهيكلية (Skeletal Muscles).

(جـ) العضلات القلبية (Cardiac Muscles) **وهذا النوع لايوجد في الحيوانات اللافقرية.**

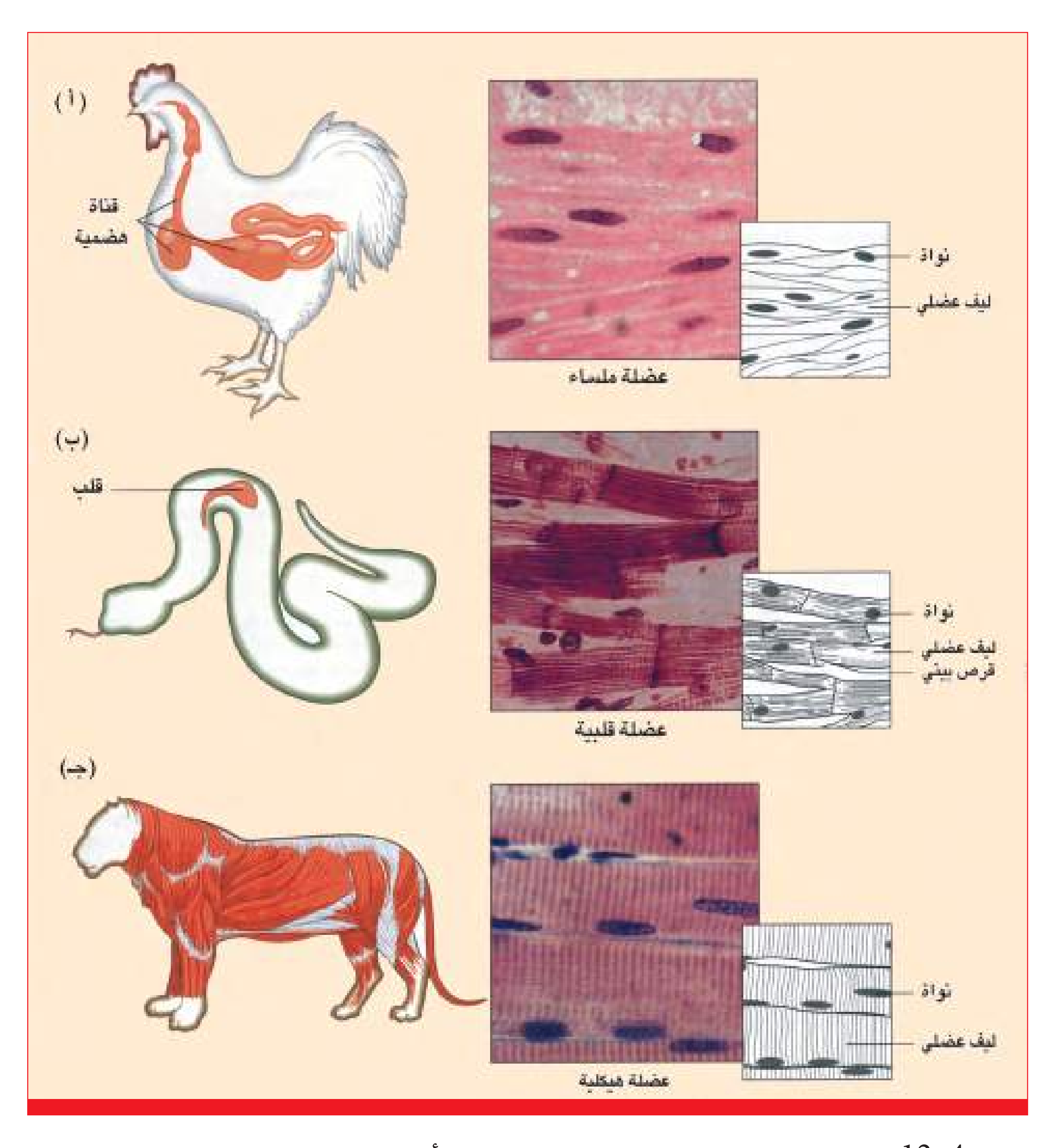
(1) العضلات الملساء:

تكون اليافها (خلاياها) طويلة ورفيعة ومدببة الطرفين، ويحتوي كل ليف فيها على نواة واحدة مركزية الموقع. توجد العضلات الملساء في جدران كل من القناة الهضمية، والأوعية الدموية، والممرات التنفسية، والاقنية البولية، والاقنية التناسلية. وتمتاز العضلات الملساء بقابليتها على التقلص لمدة طويلة وبطاقة قليلة، وحركتها عادة بطيئة ويتحكم بحركتها الجهاز العصبي الذاتي، ووظيفتها انجاز حركة داخلية ضمن العضو لدفع المواد في القنوات (الاعضاء المجوفة) الوارد ذكرها في اعلاه (شكل 4–12).

(2) العضلات الهيكلية:

سميت بالعضلات الهيكلية وذلك لارتباطها بالهيكل العظمي، وهي المسؤولة عن حركة الجسم والاطراف والعيون واجزاء الفم ... الخ.

تكون الالياف العضلية الهيكلية طويلة جداً، اسطوانية في مظهرها وهي متعددة الانوية وانويتها محيطية الموقع، والياف العضلات الهيكلية تكون مخططة حيث تتميز فيها حزم معتمة واخرى مضيئة وهذا الترتيب ناتج من ترتيب لييفاتها (شكل 4–12).

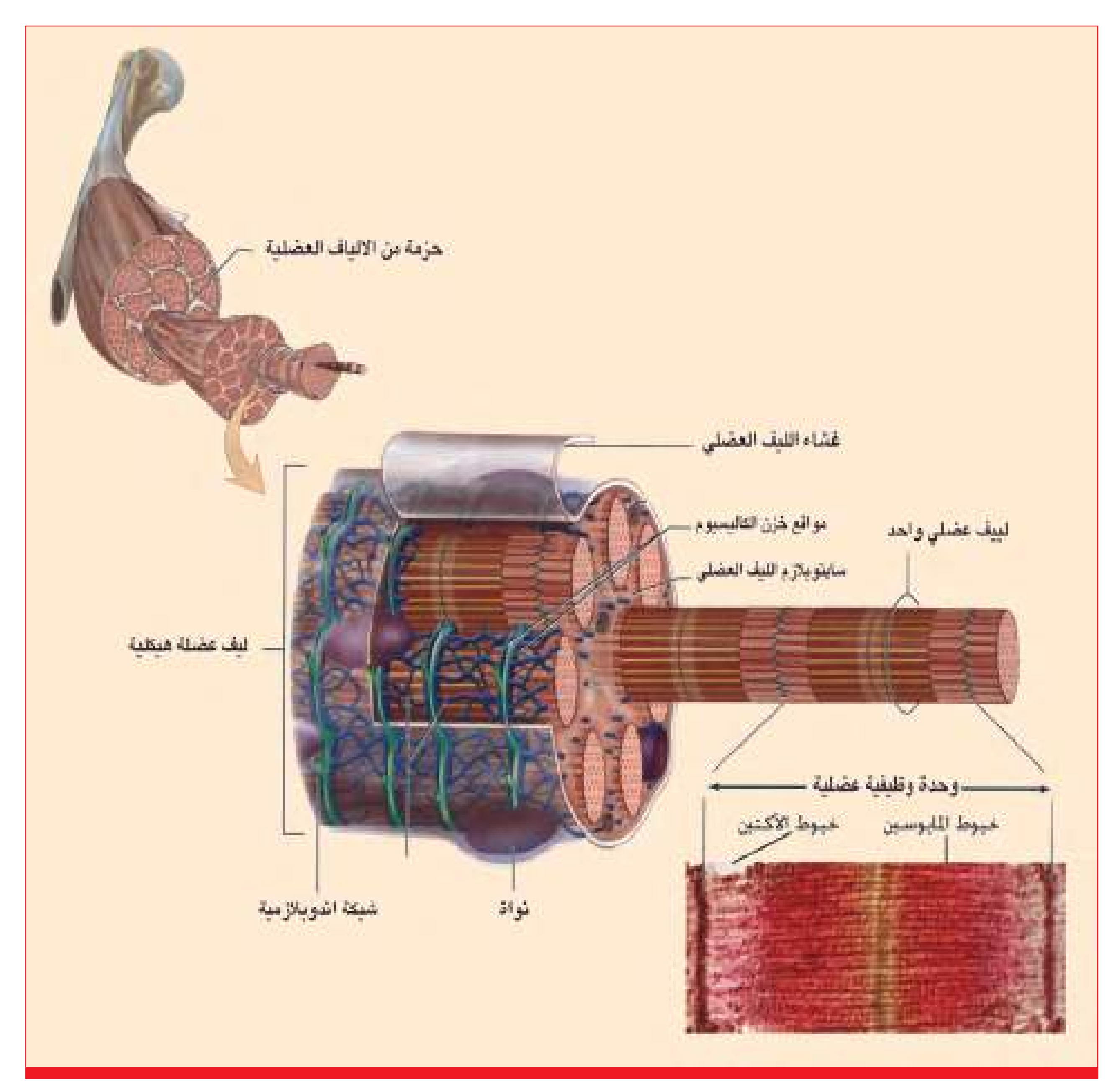


شكل (4–12) انواع الخلايا والانسجة العضلية في الفقريات (أ) العضلات الملساء، (ب) العضلات القلبية، (جـ) العضلات الهيكلية.

يحتوي سايتوبلازم الليف العضلي الهيكلي على عدد كبير من اللييفات العضلية الممتدة بشكل متوازٍ فيظهر الليف العضلي من خلال الفحص المجهري وكأنه مخطط طولياً، الا ان كل لييف من اللييفات المتجاورة يتكون من مناطق مضيئة ومناطق معتمة بالتناوب وهذه المناطق يطلق عليها بالاحزمة المضيئة والاحزمة المعتمة، وبترابطها مع بعض تكسب الليف العضلي تخطيطاً عرضياً (شكل 4–13) وتبين من خلال دراستها بالمجهر الالكتروني ان هذه المناطق المضيئة والمعتمة مكونة من خيوط بروتينية ممثلة بـ :

أ خيوط دقيقة وتسمى خيوط الاكتين (Actin) نسبة إلى بروتين الاكتين الذي يدخل في تركيبها.

ب خيوط سميكة (غليظة) وتسمى خيوط المايوسين (Myosin) نسبة إلى بروتين المايوسين الذي تتكون منه.



شكل (4-13) تركيب الليف العضلي في العضلة الهيكلية (للاطلاع).

وتكون الخيوط (خيوط الاكتين والمايوسين) كثيفة في المناطق المعتمة ومتخلخلة في المناطق المضيئة والعضلات الهيكلية تتقلص بقوة وسرعة اكثر مما هي الحال في العضلات الملساء لكنها تتعب بسرعة، وتسمى العضلات الهيكلية احياناً بالعضلات الارادية كونها مزودة بألياف الحركة التي تقع تحت سيطرة ارادة الفرد.

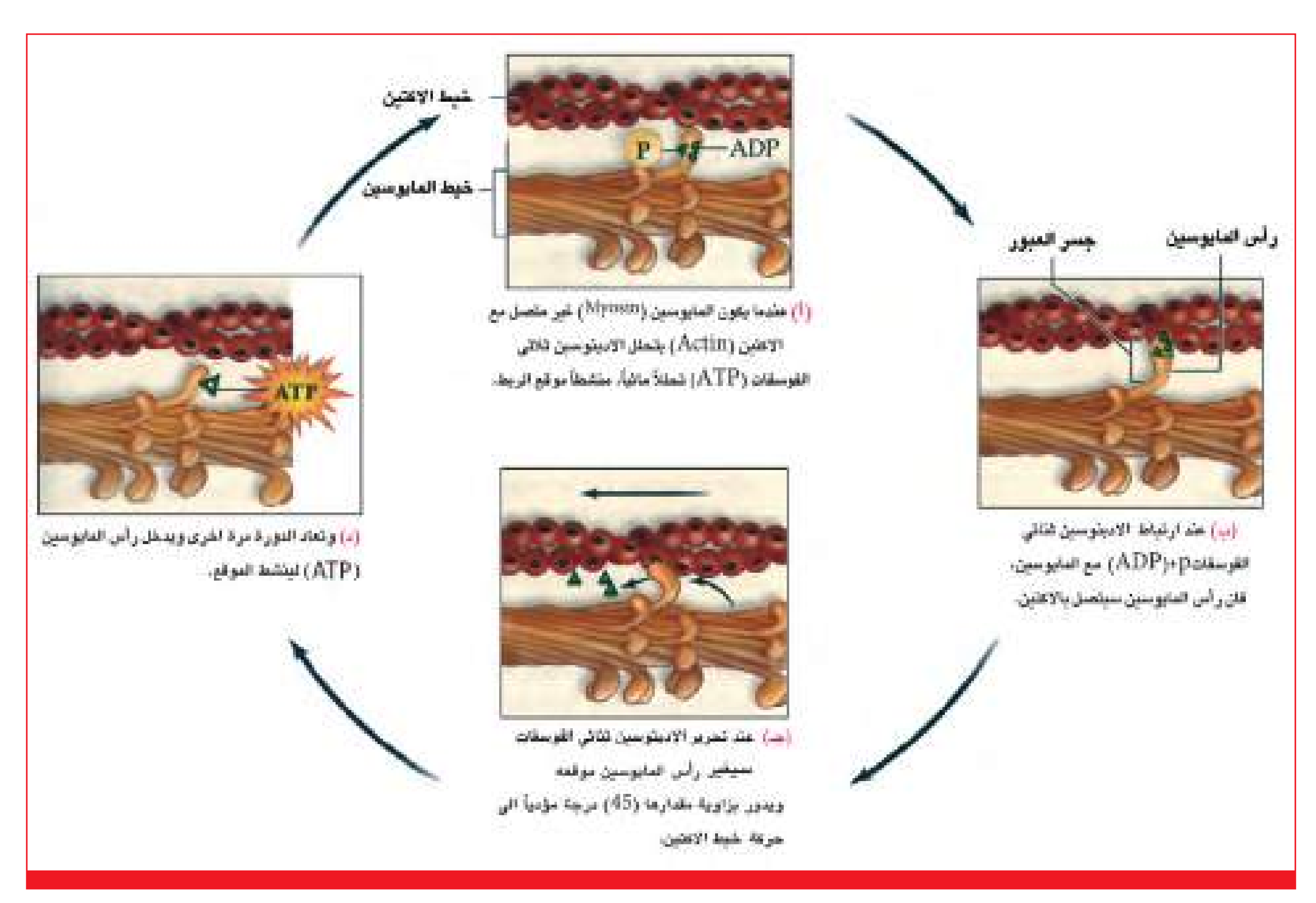
ويمكن ايجاز عمل العضلات الهيكلية (شكل 4-14) كالآتي:

أ عندما يكون المايوسين (Myosin) غير متصل مع الاكتين (Actin) يتحلل الادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) تحللاً مائياً، منشطاً موقع الربط.

ب عند ارتباط الادينوسين ثنائي الفوسفات ADP)+p) مع المايوسين، فان رأس المايوسين سيتصل بالاكتين.

جـ ان تحرير الادينوسين ثنائي الفوسفات + الفوسفات سيؤدي الى تغير رأس المايوسين موقعه ويدور بزاوية مقدارها (45) درجة مؤدياً الى حركة خيط الاكتين.

د وتعاد الدورة مرة اخرى ويدخل رأس المايوسين (ATP) لينشط الموقع.



شكل (4–14) ميكانيكية عمل العضلة (للاطلاع).

(3) العضلات القلبية:

توجد العضلات القلبية في الفقريات، وهي تمتاز بكون اليافها لا تتعب، وهي تجمع بين صفات العضلات الهيكلية والملساء، فهي تشبه العضلات الهيكلية في كونها مخططة، واليافها متفرعة ومتشابكة ونواة الخلية (الليف) العضلية القلبية مركزية الموقع، ويوجد بين خلية واخرى مجاورة لها قرص بيني يفصلهما عن بعض. والعضلات القلبية تقع تحت سيطرة الجهاز العصبي الذاتي مثلها في ذلك مثل العضلات الملساء (شكل 4–12).

4-2-4. الحركة في اللافقريات:

تتميز اللافقريات بوجود العضلات الملساء والعضلات المخططة (الهيكلية) وهي تمتلك نفس الصفات التركيبية والوظيفية لمثيلاتها في الفقريات، وتظهر العضلات المخططة نمواً جيداً في مفصليات الارجل المتقدمة، واللاسعات البدائية، وقد يصل طول الليف العضلي حوالي 6 سم في بعض القشريات البحرية.

وفيما يأتي بعض من انواع الحركة في الحيوانات المختلفة:

1- الحركة في الرخويات:

تحتوي الرخويات ذات الصدفتين نوعين من الالياف العضلية، أولهما من العضلات المخططة التي تمكنها من ان تتقلص بسرعة لتمكن الحيوان من قفل الصدفتين بقوة عند اي خطر أو اضطراب يداهم الحيوان، ويستطيع الحيوان (المحار) ان يبقي صدفتيه مغلقة لساعات طويلة، أو لايام، والنوع الثاني يتمثل بالعضلات الملساء.

2- الحركة في دودة الارض:

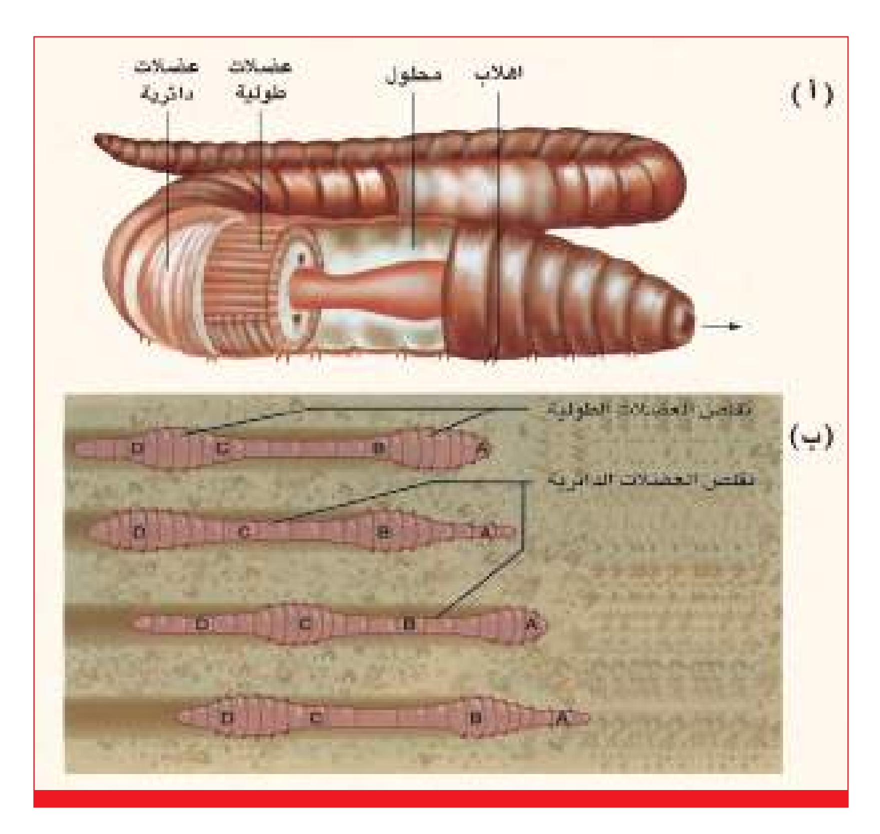
تمتلك بعض الحيوانات بضمنها الهايدرا ودودة الارض هيكلاً مائياً (Hydrostatic skeleton) يتكون من سائل ضمن طبقة نسيجية مرنة. والحركة في دودة الارض خلال التربة تمثل توضيحاً عن كيفية عمل الهيكل المائي لانجاز فعل الحركة، ويمكن ايجاز فعل الحركة في دودة الارض (شكل 4-15) بالآتي:

أ يقسم التجويف الجسمي في دودة الارض بوساطة حواجز وكل قطعة جسمية تمثل وحدة حركة منفصلة.

ب يوجد في جدار الجسم عضلات دائرية واخرى طولية.

جـ تتقلص العضلات الدائرية لعدد قليل من القطع الجسمية مؤدية إلى استطالة الجسم وتضيقه، يعقبها تقلص في العضلات الطولية فيزداد قطر الجسم وتحصل عمليتا التقلص هذه بالتناوب وبأستمرار وهذا ما يدفع الدودة بحركة انتقالية في التربة.

د تعمل الاهلاب (Setae) وهي عبارة عن تراكيب كايتينية ابرية الشكل على تثبيت الدودة في الارض.



شكل (4-15) الحركة في دودة الارض (للاطلاع) (أ) تمتلك دودة الارض هيكل مائياً حركياً تستخدم من خلاله السوائل بين جدار الجسم والقناة الهضمية، (ب) وبتعاون تقلص العضلات الطولية والدائرية تتحرك الدودة.

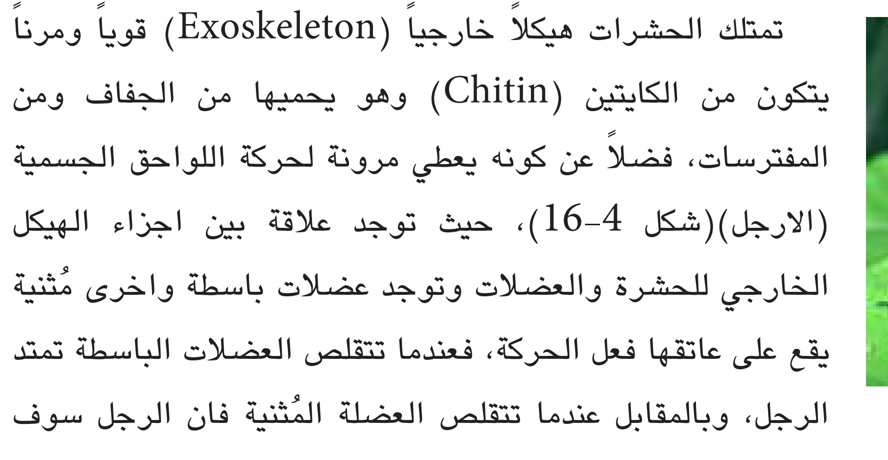
3- الحركة في المفصليات:

تتحرك المفصليات بطرق متباينة تتمثل بالمشي (الجري)، والركض، والقفز ، والسباحة ، والطيران، وسوف نتناول الحركة في الحشرات مثالاً للمفصليات.



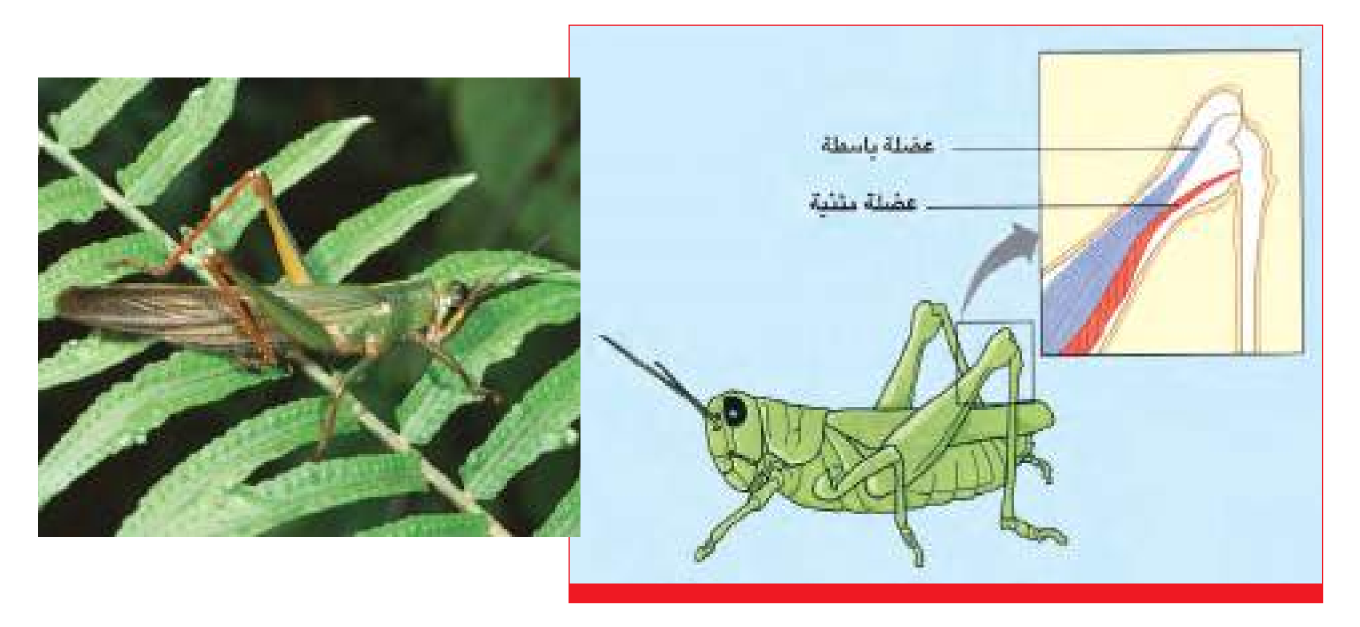
حركة العنكبوت

أ- المشي:



تمتلك الحشرات هيكلاً خارجياً (Exoskeleton) قوياً ومرناً يتكون من الكايتين (Chitin) وهو يحميها من الجفاف ومن المفترسات، فضلاً عن كونه يعطي مرونة لحركة اللواحق الجسمية (الارجل)(شكل 4-16)، حيث توجد علاقة بين اجزاء الهيكل الخارجي للحشرة والعضلات وتوجد عضلات باسطة واخرى مُثنية يقع على عاتقها فعل الحركة، فعندما تتقلص العضلات الباسطة تمتد الرجل، وبالمقابل عندما تتقلص العضلة المُثنية فان الرجل سوف تنثني.





شكل (4–16) عضلات الارجل في الجرادة ، زوج من العضلات تحيط بالمفصل في رجل الجرادة قادرة على جعل اللاحقة تتحرك.

ب– القفز:

وهناك بعض الحشرات تستطيع القفز باستخدام عضلاتها، كما هو الحال في نطاطات الأوراق والاشجار (ومثالها الجندب الامريكي)، وهي حشرات صغيرة تنتمي إلى رتبة متجانسة الاجنحة وهذه تقفز بمد الرجلين الخلفيتين مستقيمتين بفعل تقلص العضلات الباسطة ومن ثم انثناءها بفعل العضلات المُثنية.



الجندب الامريكي

جـ– الطيران:

تمتلك غالبية الحشرات زوجين من الاجنحة، ينشأ كل جناح من امتداد للهيكل الخارجي يقع عند حافة الصفيحة الظهرية (Tergum) والصفيحة الجنبية (Pleuron)، ويمثل الجناح بامتداد مسطح من الهيكل الخارجي ويكون اتصال الجناح بالهيكل الخارجي مفصلياً، وتنتج حركة الجناح إلى الاعلى والاسفل تناوباً في خفض الصفيحة الظهرية ورفعها في منطقة اتصال الجناح وبفعل تقلص وانبساط العضلات مؤدية إلى انجاز فعل الطيران.



ذبابة النار المضيئة

د- السباحة:

تستطيع الكثير من الحشرات المائية السباحة بمهارة عالية مستعينة بالزوجين الاخيرين من الارجل، وعادة تكون ارجل السباحة مسطحة لكي تهيء مساحة سطحية لدفع الماء، وقد تحمل هذه الارجل الماء بصورة متناوبة دافعة جسمها إلى الامام.



كريل وهو من القشريات الهائمة التي يصل طولها الى ٣ سم

3-4-4. الحركة في الفقريات:

تتحرك الفقريات حركة كفوءة بآليات عديدة ومتباينة وهي تمتلك هيكلاً داخلياً (Endoskeleton) يزودها بتكيفات مناسبة للبيئة التي تعيش فيها، وتتنوع الحركة في الفقريات فهي تسبح وتقفز وتمشي وتركض وتطير.

أ- السباحة:

تمثل السباحة اقدم انماط الحركة في الفقريات وهذا بالتأكيد يعود إلى ان أولى الفقريات نشأت في البحار متمثلة بالاسماك التي تمتلك جسماً مغزلياً انسيابياً وذيلاً عضلياً قوياً مضغوطاً من الجانبين ينتهي بزعنفة شاقولية تتناسب مع قوة الضربات وترددها، اما الزعانف الاخرى فتعمل على موازنة الجسم وتغير الاتجاه.



سلحفاة سابحة

وتلجأ الاسماك في سباحتها إلى الطرائق الآتية:

1- تقلص وانبساط العضلات.

2- استخدام الزعانف.

3- نفث الماء من خلال فتحة غطاء الغلاصم.

وهذه الطرق جميعها متداخلة الا ان لكل منها مزايا معينة.

وهناك ثلاثة انواع من السباحة في الاسماك هي:

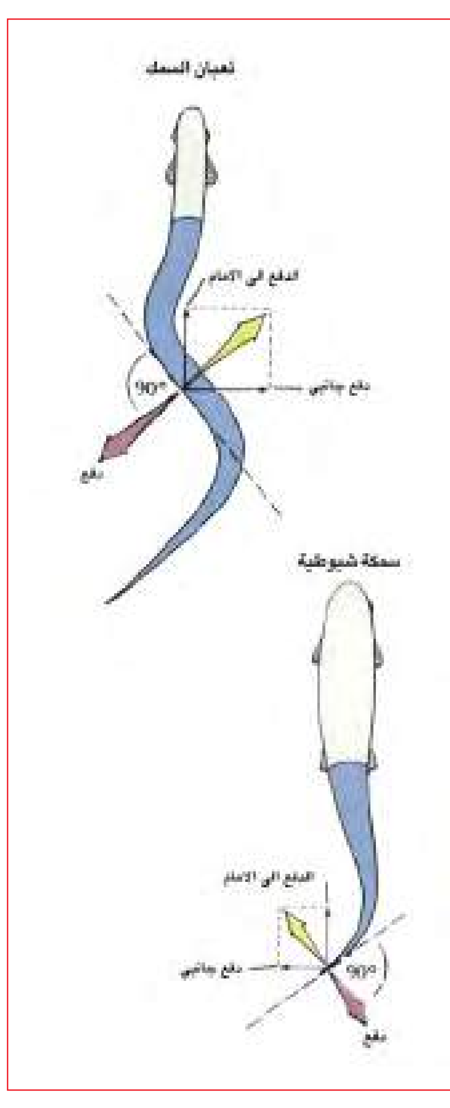
1 السباحة الثعبانية شكل (4-17)، وتحدث في الاسماك ذات الاجسام المرنة وتستطيع ان تنحني اكثر من نصف موجة.

2 السباحة الشيمية، وهي الحركة السائدة ويقتصر الانحناء فيها على المنطقة الذيلية وينحني الجسم باقل من نصف موجة.

3 السباحة الصندوقية، وتحصل في الاسماك التي يكون جسمها غير مرن ويقتصر التموج على الزعنفة الذيلية.

ولا تقتصر السباحة في الفقريات على الاسماك فقط، فالبرمائيات تسبح والعديد من الزواحف (السلاحف والحيات والتماسيح، تستطيع السباحة بآليات وتكيفات متعددة).

كما ان الثدييات هي الاخرى قادرة على السباحة، حيث تضم الثدييات انواعاً تتباين بدرجة تخصصها للحياة المائية فمنها ما يدخل الماء لفترة معينة أو يعيش بجوار المياه وينشط داخل المياه كما هو الحال في القنادس ومنها ما يعيش داخل الماء كالحيتان وفي كلا النوعين توجد عضلات طرفية متكيفة لانجاز فعل الحركة داخل الماء فضلاً عن امتلاك هذه الحيوانات تكيفات تركيبية عديدة خاصة بتحمل المعيشة في المياه، فالقنادس تمتلك في اقدامها صفاق يساعدها في السباحة، ولها غشاء رامش للعيون لحمايتها من تأثير الماء، وصمامات للاذن تغلق اثناء الغطس وغير ذلك، اما الحيتان فإن تركيب جسمها يعكس طراز حياتها المائية، فالجسم زورقي ويوجد تحت الجلد طبقة دهنية سميكة ذات اهمية في العوم (الطوفان)، والاطراف الامامية بشكل مجاذيف وعدد سلاميات الاصابع اكثر مما في بقية اللبائن وتكون اصابعها طويلة، وللحيتان زعنفة ذيلية افقية الوضع.



(4–17)، الحركة في الاسماك (للاطلاع)



زعنفة ذيلية افقية الوضع عند الحيتان

ب- الزحف:


العضايا مثالاً لحركة الزحف في الفقريات

عند انتقال الفقريات من الماء إلى اليابسة، نشأت للفقريات لواحق جسمية مزدوجة متمثلة بزوجين من الاطراف (زوج امامي وآخر خلفي) بدلاً من الزعانف الموجودة في الاسماك، واستخدمت هذه الفقريات لواحقها الجسمية للتنقل، ولكن هذه اللواحق (الاطراف) كانت قصيرة وضعيفة ولا تقوى على رفع الجسم كثيراً عن الارض، وهي موجودة الآن في غالبية الزواحف، وتستخدم الحيات التي فقدت اطرافها خلال مرحلة التحول اربع طرق في حركتها الزاحفة هي:


حركة افعى مائية توجد في المحيط الهادئ وتعرف بالافعى المطوقة

1. الحركة الثعبانية النموذجية وفي هذه الحركة يكوّن الجسم عدة تقوسات غير منظمة تدفع بالحية إلى الامام.
2. الحركة المستقيمة، تستخدمها الحيات ثقيلة الجسم الضخمة وتتم برفع اجزاء متتالية من الجسم فوق الارض ثم تدفع للامام بوساطة العضلات.
3. الحركة الانسيابية الالتوائية، وتستخدمها الحيات عند حركتها ضمن مناطق رفيعة كالانفاق، وفي هذه الحركة تثبت الحية مؤخرة جسمها، بتكوينها عدة التواءات، ثم تدفع مقدمة جسمها إلى امام.
4. حركة الزحف الجانبي، وتستخدم هذه الطريقة من قبل الحيات الصحراوية (شكل 4-18).


شكل (4-18) حركة الزحف الجانبي في الحيات الصحراوية

جـ- الطيران:


الطائر الطنان

الطيران يمثل صفة للحركة في الطيور، ولقد تباينت الطيور في تكيفها وتخصصها بطرق مختلفة للطيران.

تتباين انواع الطيور بطرق طيرانها اعتماداً على حالة الجو وعلى كيفية استخدام الاجنحة في الهواء، وهناك اربعة انواع اساسية من طيران الطيور هي:

1- طيران بخفق الاجنحة للامام.

2- الحوم بخفق الاجنحة.

3- التحليق المتحرك.

4- التحليق الساكن.

سبق وان درست في منهج الصف الرابع ان الطيور تظهر العديد من التكيفات لانجاز فعل الطيران بضمنها تحور الاطراف الامامية إلى اجنحة واختزال العديد من التراكيب الجسمية لتخفيف الوزن والمساعدة في الطيران. يرتفع الطائر في الهواء ويندفع إلى الامام بفعل حركة جناحيه إلى اعلى واسفل مما يحدث تخلخلاً في ضغط الهواء فوقه وامامه، ويساعد على ذلك تقوس السطح العلوي للجناح (شكل 4-19).

والطيور ليست الفقريات الوحيدة القادرة على الطيران، فهناك بعض اللبائن قادرة على الطيران كالخفاش مثلاً كما تنزلق بعض الزواحف والثدييات في الهواء كما في العظايا الطائرة والليمور الطائر.


عضاة طائرة


حيوان ثديي طائر



شكل (4-19) الطيران العادي الخفاق في الطيور القوية مثل البط (للاطلاع)، ترتفع الاجنحة ثم إلى الاسفل وناحية الامام، وهي ممتدة تماماً، ويحدث الاندماج بوساطة الريش الذي يوجد عند نهايات الجناح، وعند الضرب إلى اعلى فإن الجناح منحني إلى اعلى والى الخلف، ثم يمتد الجناح بعد ذلك، ويكون مهيأ للضربة السفلية التالية.

د- الجري:

يمتاز العديد من اللبائن بقابلية جيدة على الجري (شكل 4-20)، حيث يستخدم هذه القابلية الحركية للتخلص من الاعداء كما هو الحال في القوارض والظلفيات، أو لغرض مطاردة الفريسة كما في الضواري، ويساهم البناء العضلي للاطراف في سرعة الجري، ويلاحظ في اللبائن السريعة مثل الحصان والغزال والضواري الكبيرة امتلاكها اوتاراً طويلة في بعض العضلات، كما تمتاز هذه اللبائن بتقسيم العمل بين عضلاتها بصورة معقدة من اجل انجاز فعل الحركة، ومما سهل السرعة ايضاً، خفة الاجزاء النهائية من الطرف بالشكل الذي يؤدي إلى اختزال في الطاقة الحركية.



شكل (4-20) الجري عند الحيوانات

تعريف ببعض المصطلحات التي وردت في الفصل (للإطلاع)

Actin = الاكتين : خيوط الاكتين في العضلات وهي خيوط عضلية نحيفة تحوي بروتين الاكتين.

Auxin = اوكسين : هورمون نباتي.

Cilium = هدب: بروز متحرك يشبه الشعرة يوجد في العديد من الخلايا الحيوانية، وقد يستخدم في حركة الاحياء وحيدة الخلية كما في البراميسيوم، او قد يستخدم لتحريك جزيئات على امتداد السطح.

Ectoplasm = اكتوبلازم: جزء السايتوبلازم الذي يقع تماماً تحت سطح الخلية.

Endoplasm = اندوبلازم: جزء السايتوبلازم الذي يحيط بالنواة (نواة الخلية).

Endoskeleton = هيكل داخلي: هيكل ساند يوجد ضمن الانسجة الحية للكائن الحي وهو يعطي الشكل الخارجي لجسم الكائن الحي.

Exoskeleton = هيكل خارجي: تركيب ساند ينشأ من الاديم الظاهر او البشرة، او قد ينشأ من الادمة ويحاط بطبقة متفرقة من البشرة.

Flagellum = سوط: عضية تستخدم في الحركة .

Gravitropism = انتحاء جذبي.

Heliotropism = انتحاء شمسي: انتحاء يومي يحصل بشكل ايقاعي.

Hydrostatic Skeleton = هيكل مائي: كتلة من سائل او نسيج حشوي ضمن جدار عضلي يقدم الدعم الضروري لعمل العضلات ، كما هو الحال في النسيج الحشوي للحيوانات عديمة الجوف، والسائل المحيط بالاحشاء في الحيوانات كاذبة الجوف .

Myosin = مايوسين: خيوط المايوسين في العضلات وهي خيوط عضلية سميكة تحوي بروتين المايوسين.

Phototropism = انتحاء ضوئي

Pseudopodia = الاقدام الكاذبة : بروز سايتوبلازمي وقتي يمتد الى خارج جسم الخلية الاميبية، ويستخدم للحركة او لأخذ الطعام.

Setae ومفردها Seta = الاهلاب: تركيب كايتيني يشبه الدبوس يوجد في غطاء او جلد الديدان الحلقية ومفصلية الارجل وغيرها.

Tergum = الجزء الظهري للقطعة الجسمية في مفصلية الارجل.

Tropism = انتحاء

اسئلة الفصل الرابع

س1 ضع علامة (✓) جنب العبارة الصحيحة وعلامة (✗) جنب العبارة الخاطئة و صحح الخطأ إن وجد:

1- تحدث الحركة في الحيوان باشكال وصور كثيرة، تتراوح بين حركة السايتوبلازم والحركة الحرة.

2- ينجز فعل الحركة في الحيوان عندما تزود العضلات بالطاقة اللازمة من الادينوسين ثنائي الفوسفات.

3- يتحرك البراميسيوم بوساطة الاقدام الكاذبة التي تتمثل ببروزات من جسم الخلية.

4- يتماثل السوط في السوطيات مع الاهداب في الهدبيات من الناحية التركيبية ويختلفان في ميكانيكية عملهما.

5- يعرف الانتحاء بانه نزعة نشوئية لدى الاحياء الى الحركة أو الدوران استجابة لمنبه ما.

6- نقصد بالانتحاء الجذبي الحركة بتأثير الانجذاب لحافز الضوء.

7- قد يحدث الانتحاء الضوئي في بعض النباتات يومياً وبشكل ايقاعي وعندئذ يعرف بالانتحاء الشمسي.

8- يمكن تسمية الحركة في الحيوانات بالحركة العضلية حيث تحصل نتيجة تقلص وانبساط العضلات.

9- تكون الالياف العضلية الهيكلية اسطوانية طويلة في مظهرها وهي متعددة الانوية ومتفرعة.

10- تتميز في اللافقريات العضلات الملساء والمخططة والقلبية اسوة بالفقريات، وتكون لهذه العضلات نفس صفاتها المعروفة في الفقريات.

س2 اكمل الفراغات الآتية:

1- .... تتم هذه الحركة في بعض انواع الخلايا في الحيوانات الراقية مثل كريات الدم البيضاء والخلايا الجنينية الميزنكيمية.

2- .... ونقصد به انواع الحركة التي تتم بتأثير حافز اللمس.

3- .... نوع من حركات النباتات يحصل يومياً كنتيجة لتحسس النباتات لتغيرات الضياء والظلام اليومية.

4- .... وهي عضلات تتميز بكون اليافها طويلة ورفيعة ومدببة النهايتين، ويحتوي كل ليف نواة واحدة.

5- .... خيوط دقيقة تسمى نسبة إلى بروتين الاكتين الذي يدخل في تركيبها.

س3 عرف كل مما يأتي:

1- الطيران الخفاق.

2- الهيكل الحركي المائي.

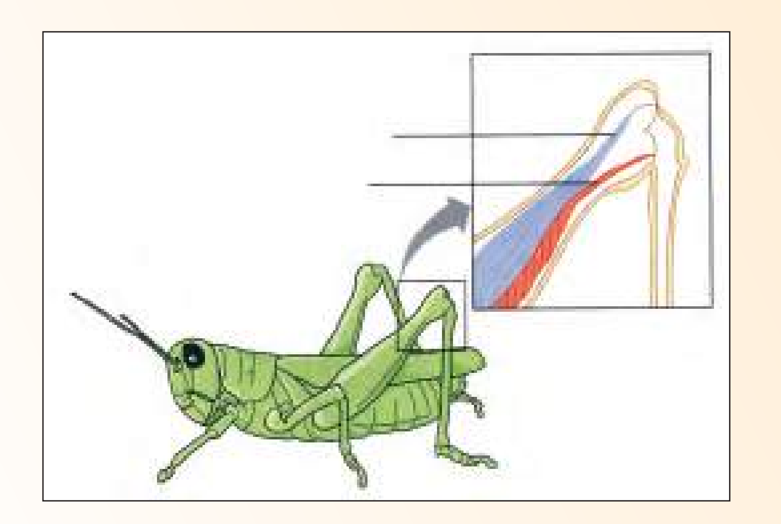
3- الاهلاب.

4- الانتحاء الشمسي.

5- السباحة الثعبانية.

س4 اكمل تأشير الاشكال الآتية:

1. عضلات الارجل في الجرادة.



2. العضلات القلبية



الفصل الخامس 5

النقل (Transport)

المحتويات

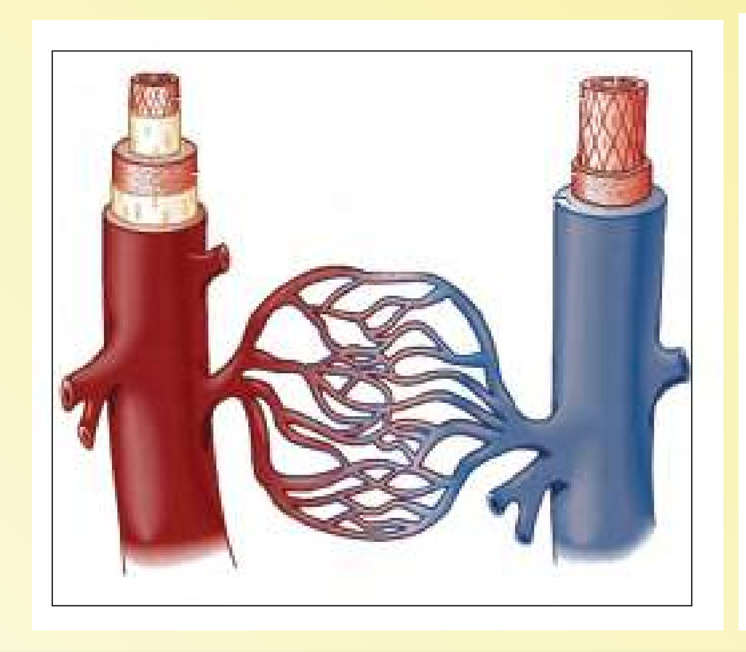
1-5	مقدمة
2-5	النقل في الاحياء وحيدة الخلية
3-5	النقل في النباتات
4-5	النقل في الحيوانات
	أسئلة الفصل

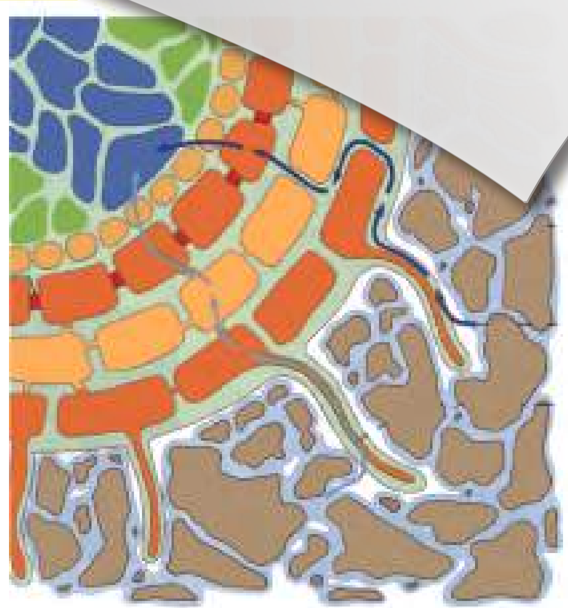
النواتج التعليمية

يكون الطالب قادراً على أن:

1- يبين مفهوم النقل في الاحياء وحيدة الخلية
2- يشرح مفهوم حركة الماء في النباتات
3- يعرف النتح في النبات
4- يصف كيفية قيام النبات بسحب الماء من الجذور.
5- يقارن بين النقل في اللافقريات التي لا تمتلك جهاز دوران وتلك التي تمتلك جهاز دوران.
6- يبين انواع التجويف الجسمي
7- يقارن بين الدورة الدموية المفتوحة والمغلقة.
8- يبين مفهوم الدورة الدموية المفردة والدورة الدموية المزدوجة.
9- يقارن بين جهاز الدوران في السمكة والضفدع.
10- يبين تركيب القلب في الانسان.
11- يبين مكونات الدم .
12- يشرح كيف تحصل عملية تخثر الدم.
13- يعدد وظائف الدم.
14- يبين مم يتألف الجهاز اللمفاوي.

الفصل الخامس





النقل (Transport)

5-1. مقدمة

تعيش الكائنات الحية وحيدة الخلية متفاعلة داخل المحيط البيئي الذي تتواجد فيه، فتحصل على حاجتها من الاوكسجين والمواد الغذائية وتطرح الفضلات خلال سطح الخلية، وهذه الاحياء تكون صغيرة جداً لدرجة انها لا تحتاج الى جهاز خاص بالنقل داخل جسمها، اما الكائنات الحية المتقدمة والتي تكون كبيرة الحجم فتتطلب جهاز نقل وعائي ليقوم بالوظائف اعلاه.

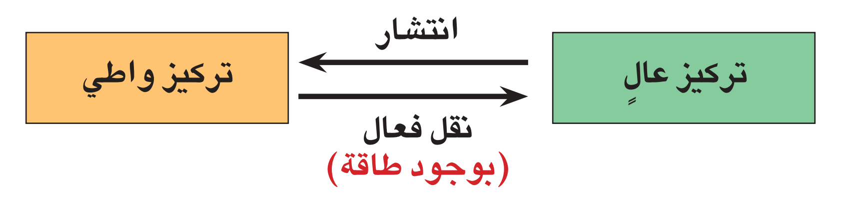
وعملية نقل الاحتياجات الاولية داخل الجسم تتطلب وجود اجهزة دورية في الحيوانات المتقدمة وهذه الاجهزة فضلاً عن كونها تقوم بنقل الاحتياجات الاولية نجد انها اكتسبت وظائف اضافية، حيث يقوم جهاز الدوران بتوزيع الماء والايونات والكثير من مكونات سوائل الجسم. وتبادلها مع مختلف الاعضاء والانسجة كما يقوم بنقل الهورمونات الى الاعضاء الهدف، وتعتمد الطيور والثدييات اعتماداً كاملاً على دوران الدم للاحتفاظ بالحرارة او فقدانها من اجل الحفاظ على ثبات درجة حرارة الجسم.

2-5. النقل في الاحياء وحيدة الخلية

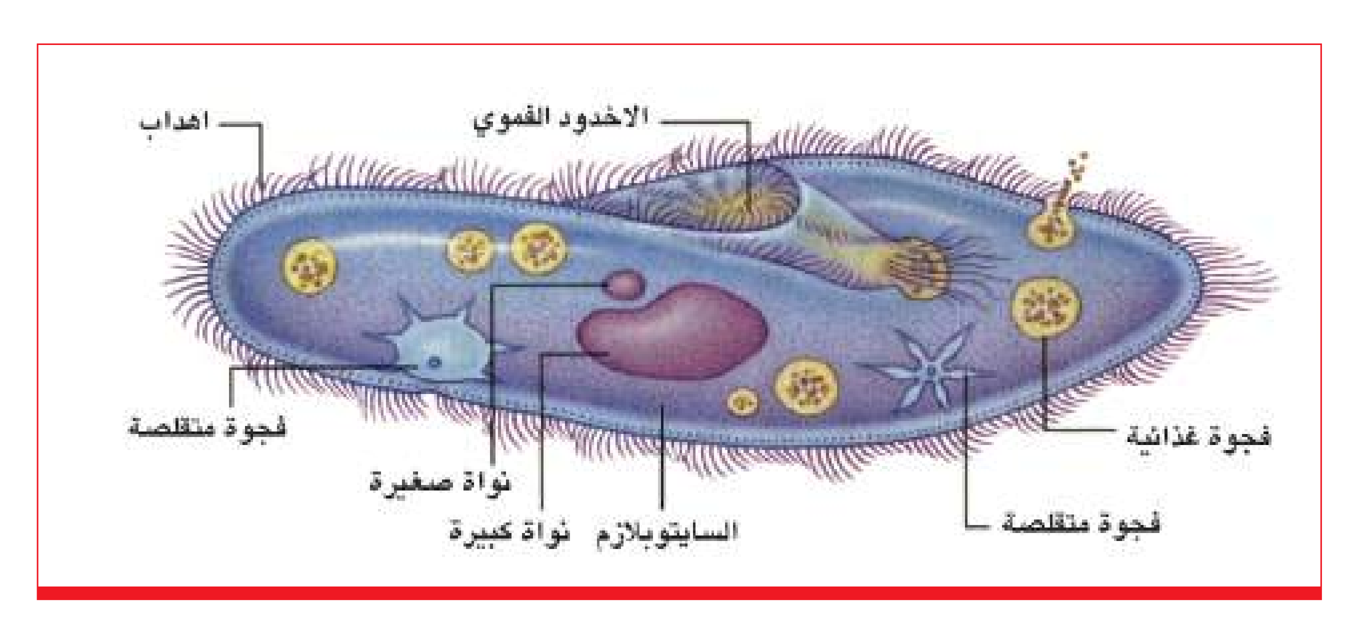
تتم عملية النقل في البراميسيوم وهو من الطليعيات عبر الغشاء الخلوي ويعتمد اساساً على ظاهرتي الانتشار او التناضح.

في الاحياء وحيدة الخلية ومنها البراميسيوم (شكل 5-1) يهيء سطح الخلية مساحة كافية لانتشار النواتج الايضية غير المرغوب فيها الى خارج الجسم، لان تراكمها داخل الخلية يسبب ضرراً لها ويعيق دخول مواد ضرورية لايض الخلية.

تدخل المواد النافعة للكائن الحي عبر غشاء الخلية اما بعملية الانتشار او النقل الفعال. الانتشار يتم من مناطق التركيز العالي للمادة الى مناطق التركيز الواطئ، اما النقل الفعال فيتم بطريقة عكسية.



وتؤدي اغشية العضيات الخلوية مثل الفجوات المتقلصة والفجوات الغذائية دوراً مماثلاً للغشاء البلازمي، فهي تسمح بانتشار المواد من سايتوبلازم الخلية الى الفجوة او بالعكس اعتماداً على اختلاف التركيز على جانبي الغشاء.



شكل (5-1) البراميسيوم من الاحياء المائية وحيدة الخلية والتي لا تمتلك جهازاً دورياً للنقل، وهو ينجز عملية التبادل الغازي عبر سطح الخلية، والغذاء يمر الى منطقة متخصصة تدعى بالمرئ (Gullet) ويدخل الى الفجوة الغذائية حيث يحصل فيها الهضم.

3-5. النقل في النباتات

1-3-5. حركة الماء الى الاعلى (Movement of Water Upward):

بسبب حاجة الاوراق الى الامداد والتجهيز المستمر من الماء لذلك وجب ان ينتقل الماء من الجذور إلى بقية اجزاء النبات حتى وان كانت المسافة طويلة في بعض النباتات وهذه العملية تتم بثلاث خطوات متداخلة هي:

1- النتح (Transpiration) من خلال الاوراق.

2- احلال الماء المفقود.

3- سحب الماء من قبل الجذور.

1- النتح (Transpiration) من خلال الاوراق:

عندما ينشط النبات في عملية البناء الضوئي ترتفع درجة الحرارة، جراء كل من حرارة الشمس وناتج العمليات الحيوية في النبات، وهذه الحرارة تسبب تبخر الماء الموجود في جدران الخلايا الى المسافات البينية لتبريد الورقة وايجاد فرق في التركيز العالي لبخار الماء بين المسافات البينية للخلايا والهواء الخارجي المحيط بالورقة. والماء يتحرك من الاسفل ويفقد الى خارج الورقة طالماً الثغور مفتوحة، هذا هو النتح (Transpiration)، ويقدر ان أكثر من 90 ٪ من الماء الداخل الى الورقة يفقد عن طريق النتح ومقداراً ضئيلاً جداً ينفذ من خلال الكيوتكل، واي عوامل بيئية تزيد من معدل تبخر الماء سوف تزيد من معدل النتح، وعلى سبيل المثال فان الرطوبة المنخفضة والرياح كلاهما يزيد من معدل النتح ودرجة الحرارة العالية هي الاخرى تزيد من معدل النتح، ولهذا نجد ان فقدان الماء بفعل النتح يكون بكمية كبيرة، فمثلاً نبات الذرة يفقد حوالي 5 لترات من الماء يومياً، فتخيل عزيزي الطالب ما هي كمية الماء المفقود في حالة الاشجار الكبيرة عند اكتمال نضجها. وعندما يكون الجو جافاً تنكمش وتتقلص خلايا الاوراق بسرعة في حالة عدم تعويض الماء الذي فقد اثناء عملية النتح وبالتالي تذبل الورقة.

نلاحظ ان الاوراق الموجودة على فرع مقطوع من شجرة ومعرض لحرارة الشمس في يوم حار تذبل بسرعة مقارنة مع فرع موجود على الشجرة أو آخر مقطوع ومغموس في اناء يحوي ماءاً نجد ان الورقة تأخذ شكلها الكامل. وما حدث هو ان جزيئات الماء تتبخر من الاوراق وثغورها مفتوحة ويحل محلها جزيئات ماء أخرى يتم سحبها بوساطة الخشب اما من اناء الماء مباشرة للفرع المقطوع او عن طريق الجذور ثم الساق وصولاً الى الاوراق في حالة الفرع الموجود على النبات غير المقطوع.

2- احلال الماء المفقود:

ويتلخص بحركة الماء خلال الخشب حيث ينتقل الماء من الجذور الى الساق ثم الاوراق خلال انسجة الخشب (Xylem) المتخصصة بنقل الماء. تكون انسجةالخشب (Wood) موجودة في اعناق الاوراق والعروق ونصل الورقة وتمتد بهيئة خيوط من نهايات قمم الجذور حتى القمم النامية.

عند متابعة سريان الماء بوساطة مؤشر أشعاعي او بوساطة صبغة سوف يتضح مسار الماء من الجذور حتى العروق في الاوراق. والخلايا الموصلة في الخشب تدعى العناصر الوعائية (Vessel Elements) والقصيبات في النباتات الزهرية شكل (5-2).

هذا النظام الانبوبي المجهري (الشعري) ينقل المحلول المائي المخفف (عصارة الخشب Xylem Sap) والذي يتألف من الماء والمعادن الذائبة.

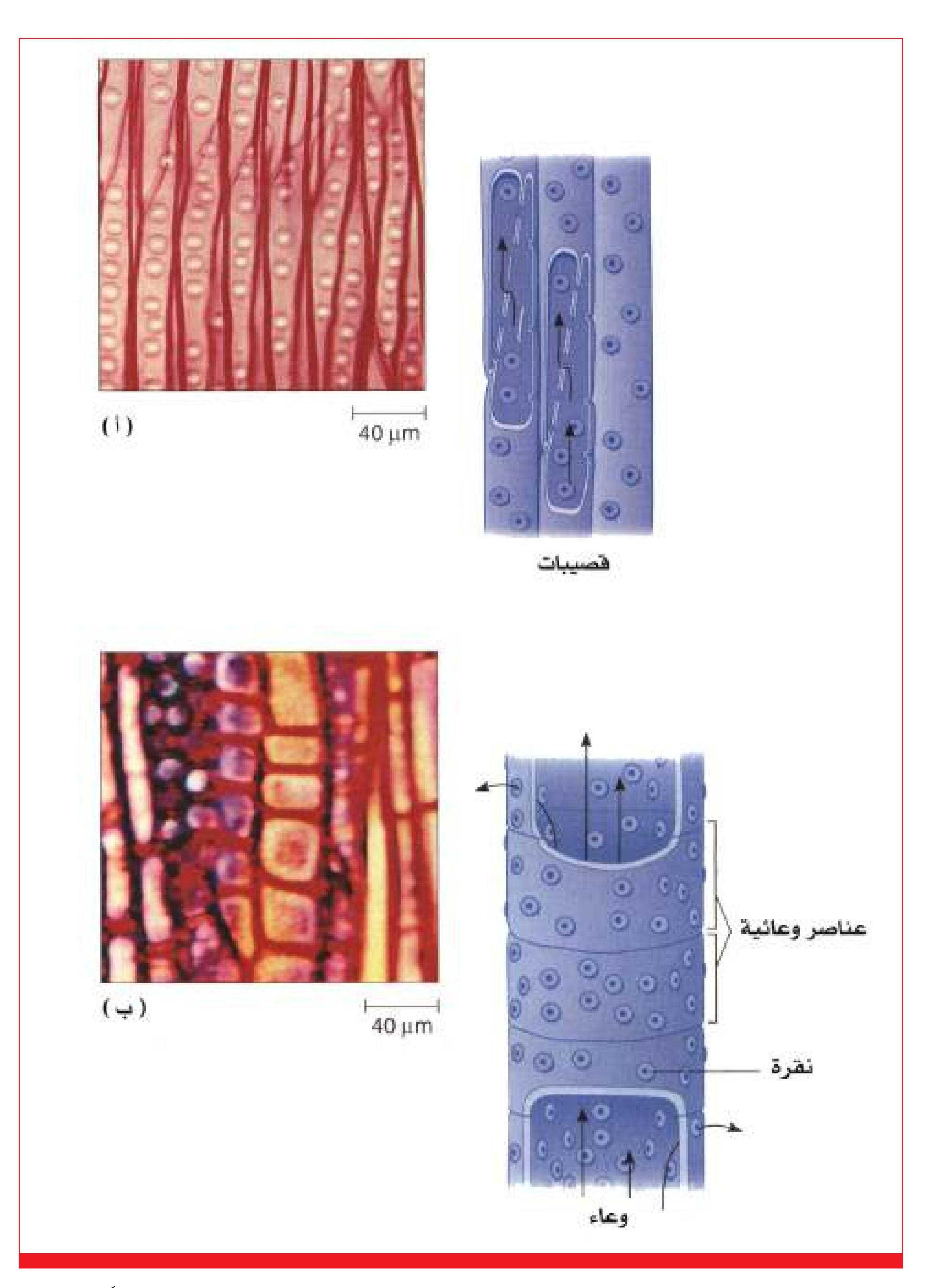
وبسبب النشاط الوظيفي لخلايا الخشب الميتة فإن النشاط الايضي في النبات لا يعمل على حركة الماء.

كيف يتحرك الماء في الخشب من الجذور الى النسيج الوسطي العادي في الاوراق؟ وللاجابة على هذا التساؤل نقول: بما ان النتح يحرك الماء من الورقة، فإن المحلول في سايتوبلازم الخلايا الكلورنكيمية وطبقة الماء المحيطة بهذه الخلايا تصبح اعلى تركيزاً مما هي عليه قبل بدء عملية النتح، والماء في خلايا عروق الاوراق يصبح اعلى تركيزاً مما هو قبل بدء عملية النتح، وهو يكون اقل تركيزاً من المحلول.

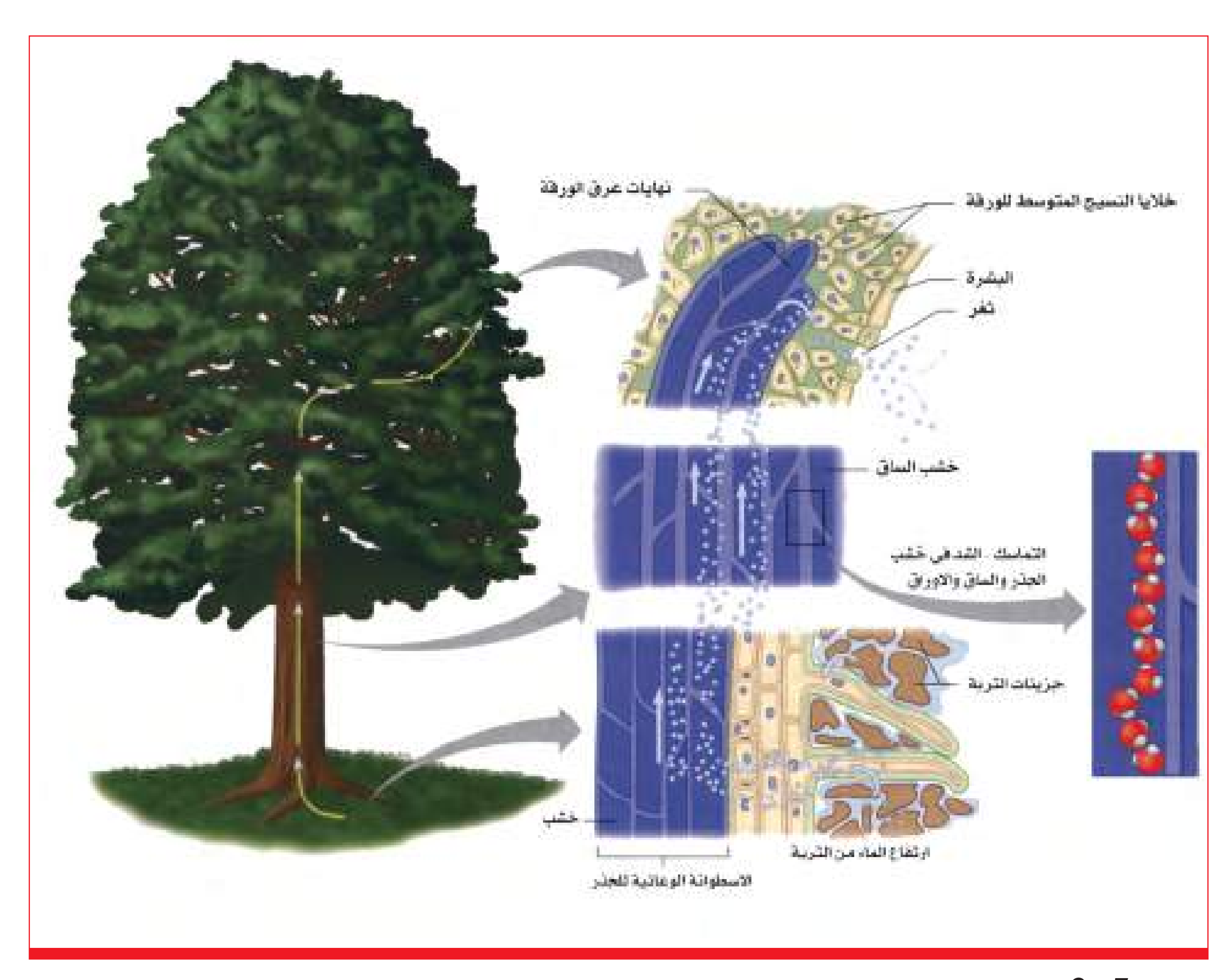
لذلك فأن انتشار الماء يتحدد من الاقل تركيزاً من العروق إلى نسيج الميزوفيل في الورقة.

وعندما يترك الماء الخشب في عروق الورقة، تقوم جزيئة الماء وبسبب قابليتها القطبية وقدرتها على تكوين الرابطة الهيدروجينية بجذب جزيئات الماء من الاسفل لعمود الماء في الخشب وتسحبها باتجاه نسيج الميزوفيل (النسيج المتوسط) في الورقة.

ان هذا التجاذب بين جزيئات الماء يعرف بخاصية التماسك (Property of Cohesion) وهو ما يمكن الماء من الارتفاع الى قمم الاشجار العالية، وبالشكل الذي يجعل سحب الماء في الجذور من الاعلى خلال الخشب افضل من ان يدفع من الاسفل، والماء المحمل بالمعادن في الخشب يكون نظاماً هيدروليكياً متحداً يبرز في اعمدة خلال جسم النبات. وحركة الماء من الجذور الى الاوراق حتى الخارج خلال الثغور يدعى مجرى النتح (Transpiration Stream) ونظرية التماسك - الشد (Cohesion-Tension Theory) توضح هذه الميكانيكية والتي قاعدتها حركة الماء في الانابيب شكل (5-3).



شكل (5-2). نوعين من الخلايا الخشبية (أ) النوع الاول ويكون طويل وضيق واقل تخصصاً من الشكل البرميلي للعناصر الوعائية (ب) كلا النوعين من تراكيب الخشب تتكون في خلايا ميتة.



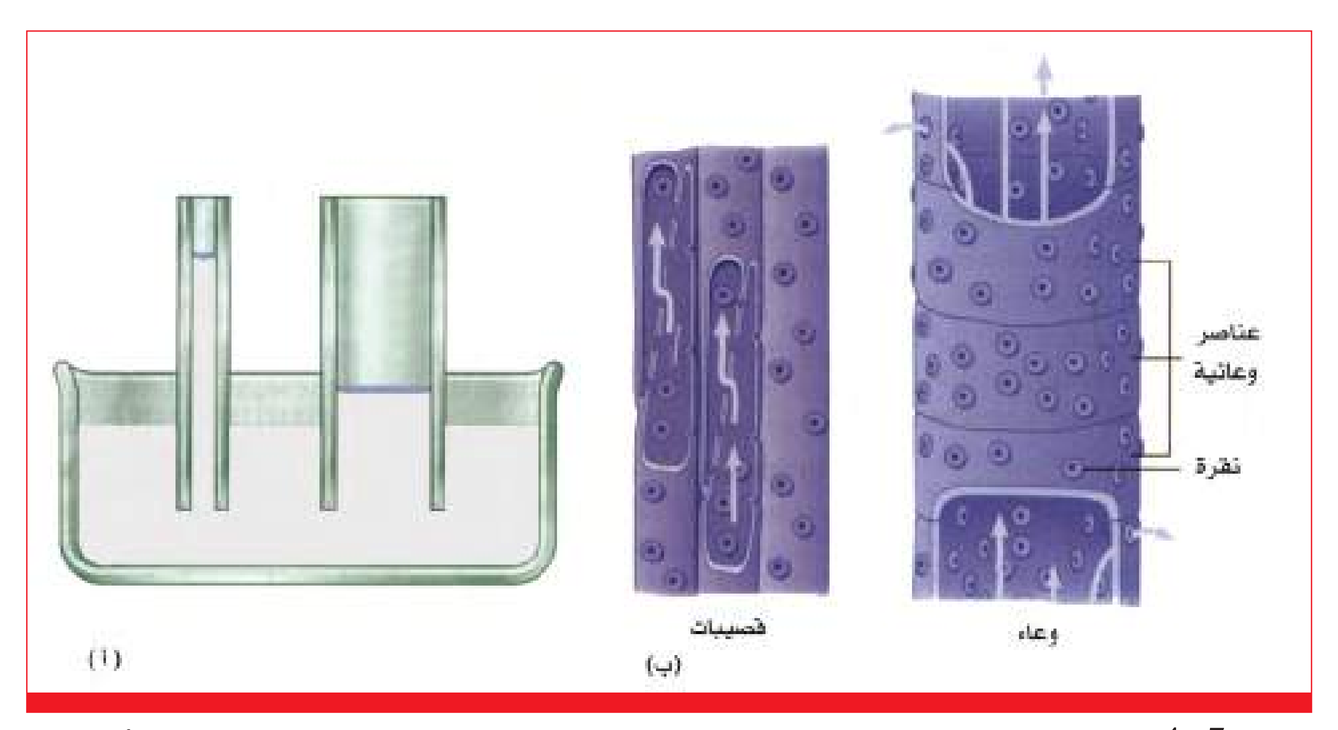
شكل (3-5). تسحب المعادن الذائبة والماء الى قمة الشجرة ويولد النتح قوة سحب للماء من الجذور الى اعلى جسم النبات. وعدم قابلية الالتصاق للماء تولد هذه الامكانية او الظاهرة (للاطلاع).

ان قوة الجاذبية الكبيرة والتي تعيق حركة الماء الصاعد لذلك كل عمود له حجم وينكسر هذا العمود تحت قوة الجاذبية ما لم تكون هناك قوة هائلة تحمله الى الاعلى. والشجرة التي ارتفاعها 92م تفقد مئات الجالونات من الماء عبر اوراقها في يوم حار مع العلم حتى اعلى الاوراق في الشجرة تحصل على ماء كافٍ بسبب تماسك الماء (Water’s Cohesion) بالاضافة الى خاصية اخرى هي الالتصاق (Adhesion) والالتصاق هو انجذاب الجزيئات الى نوع آخر من المواد.

يولّد الماء في هذه الحالة روابط هيدروجينية مع جدران انابيب الخشب وبمعنى آخر ان جزيئات الماء تلتصق بعضها ببعض وتلتصق مع جدران العناصر الوعائية والقصيبات. ان هذه الخواص مجتمعة للماء تحمل عمود الماء للاعلى ضد قوة الجاذبية، ومهما ارتفع حجم الماء الصاعد فهو يعتمد على قطر الانابيب التي تنقلها. فكلما كان قطر الانبوب اصغر كلما زاد ارتفاع الماء شكل (4-5) لهذا السبب عند استخدام قصبة رفيعة لشرب الكولا اسهل من استخدام قصبة اعرض، وكذلك عند وضع الابهام في اعلى قصبة مملوءة يمكن السيطرة على ما في داخلها ولكن عند اعادة المحاولة مع قصبة عريضة نلاحظ ان السائل يسقط منها. وكذلك الحال في الخلايا التي لها جدران قوية وقطر صغير في القصبات والعناصر الوعائية

والتي تتراوح اقطارها من بضعة ميكرومترات الى عشرات الميكرومترات تستطيع ان تدعم عمود الماء الذي يصل الى قمم الاشجار العالية.

عموماً يكون انبوب الخشب قوياً جداً، والمشكلات في نقل الماء ليس بسبب تلف الخشب وانما بسبب الاعاقة في مسار الماء وهذه الحالة تدعى بالتفجي (Cavitation) فعمود الماء الذي يسحب خلال انبوب الخشب بوساطة مسار النتح وتحت جهد يجعله يتمدد واذا ازدادت قوة السحب على الماء في الخشب يمكن ان يبخر المحلول المائي في العمود مكوناً فقاعة من الغاز واذا ملأت الفقاعة انبوب الخشب قطرياً تنقطع استمرارية عمود الماء مسببةً توقف استمرارية جريان الماء في العمود. تظهر الفجوات في العناصر الوعائية ذات القطر الاكبر اكثر من القصبات واكثر تحديداً، فالنبات عرضة لتكوين هذه الفقاعات حينما يكون معدل النتح عالياً مقارنة مع معدل احلال الماء في الجذور. واذا ظهرت الفقاعات بكثرة فعند ذاك جزء قليل جداً من الماء سيصل الى قمة النبات وتبدأ القمة بالذبول.



شكل (5-4). يرتفع عمود السائل في الانابيب الضيقة اكثر مما في الانابيب واسعة القطر، (أ) يرتفع الماء في الانبوب بفعل خاصية الالتصاق للماء بجدران الانبوب ويتماسك كلاهما. يكون الارتفاع اكبر في الانبوب الاقل قطراًويتضح ذلك من خلال كون عمود الماء يكون اكثر طولاً، (ب) تتباين اوعية الخشب في اقطارها ولكنها تكون ضيقة بما فيه الكفاية لايصال الماء الى قمة الاشجار العالية.

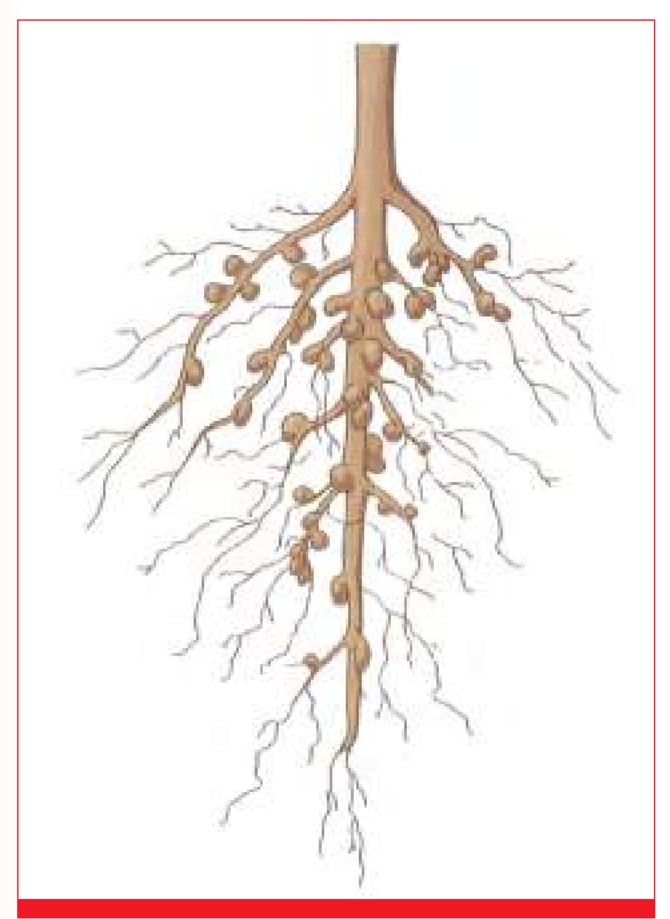
عموماً مادام ان التربة تزود النبات بكمية كافية من الماء ليحل محل الماء المفقود من مجرى النتح فأن النبات سوف ينمو ويزدهر ولكن اذا كان احلال الماء في الخشب بطيئاً بسبب الفقاعات او جفاف التربة، فيجب على النبات ان يوقف النتح مؤقتاً او يتعرض للجفاف والموت ويحدث هذا بوساطة غلق الثغور في الاوراق لأنها تمثل الطريق الاساس لفقد الماء. ومن ناحية ثانية ونتيجة غلق الثغور فأن عملية البناء الضوئي تتوقف بسبب

عدم امكانية دخول ثنائي اوكسيد الكاربون (Co_2) من خلال الثغور الى الاوراق، وتحت ظروف الجفاف يجب ان يوازن النبات بين احتياجات اخذ (Co_2) مع فقد الماء.

3- سحب الماء من قبل الجذور:

ونعني به دخول الماء للنبات عن طريق الجذور، إذ أن تبخر الماء من سطح الورقة يسحب الماء الى الاعلى في الساق، وإن ماءاً أضافياً سوف يدخل الى الجذور من التربة بسبب كون تركيز المحلول في التربة اقل من تركيز المحلول في خلايا الجذور للنبات لذلك الماء البيني بين الجذور والتربة يتحرك بالانتشار الى داخل خلايا الجذور. وامتصاص الماء البيني الموجود بين الجذور والتربة وفي جميع النباتات ينحصرفقط بين منطقة القاعدة والقمة النامية للجذر، حيث تكون البشرة مزودة بالشعيرات الجذرية لكي تزيد من المساحة السطحية المتلامسة مع جزيئات التربة (شكل 5-5).

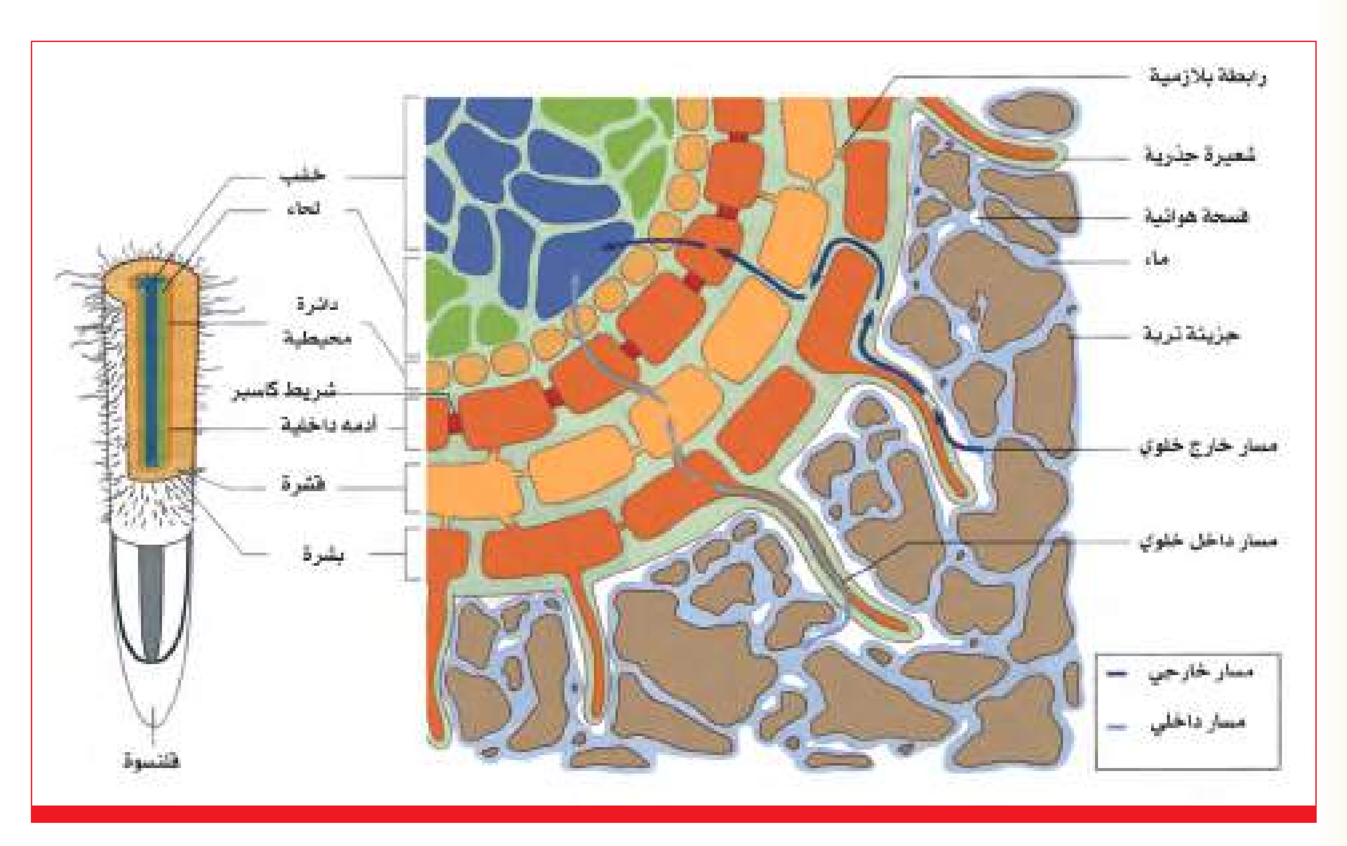
وبسبب ان جدران الخلايا للشعيرات الجذرية محبة للماء فإن الماء متصل ومستمر في كل من ماء التربة والماء في السايتوبلازم. وعموماً فأن الماء والمعادن الذائبة تحمل وتتحرك خلال البشرة والقشرة للجذر بطريقتين:



شكل (5-5). الشعيرات الجذرية. تمتد خلايا البشرة خلال التربة وتزيد من المساحة السطحية للامتصاص في الجذور.

أ- مسار خارجي Apoplastic Pathway:

يتحرك الماء بمحاذاة جدران الخلايا والفراغات أو الفسح خارج الخلايا. وهذا الماء والمواد المذابة فيه تبقى بين خلايا البشرة والقشرة للجذور في منطقة تسمى (Apoplast) (شكل 5-6).



شكل (5–6). مسار الماء في المسافات البينية لخلايا الجذور (للاطلاع).

ب– مسار داخلي Symplastic Pathway :

الماء والمواد المذابة تنتقل من خلية الى أخرى من خلال الروابط البلازمية (Plasmodesmata) والتي توصل سايتوبلازم خلايا البشرة والقشرة (الشكل 5–6).

في الحالة الاولى وعندما يلامس الماء والمعادن الداخلة طبقة البشرة الداخلية (Endodermis) وشريطها المحكم شريط كاسبر (Casparin strip) هنا حركة الماء تتوقف لل (Apoplastic) وهذا يرغم الماء والمعادن حول خلايا البشرة الداخلية الى دخولها، والسبب يعود ان اغشية خلايا البشرة الداخلية تمتلك مستقبلات وحاملات للبروتين وقنوات خاصة لمرور معادن محددة فقط، هنا طبقة البشرة الداخلية تمارس الاختيارية في اي المواد تدخل الى الخشب. الماء والمعادن الذائبة التي تعبر البشرة الداخلية وتستمر الى الاسطوانة الوعائية والتي تتألف من طبقة من الخلايا الحية ويدخل الماء والمعادن الى الخشب.

وبصورة عامة فأن كل الماء الذي يدخل البشرة الداخلية يجب ان يمر خلال عضيات الخلية حتى يدخل الاسطوانة الوعائية.

2-3-5. حركة عصارة اللحاء الى الانسجة التي لا تصنع الغذاء
(Movement of Phloem Sap to non Photosynthetic Tissues)

عند توفر كمية كافية من الضوء والماء تحدث عملية التمثيل الضوئي، يرافقها وصول كمية وفيرة من المعادن الذائبة عن طريق مجرى النتح.والخلايا الكلورنكيمية سوف تنتج مزيداً من نواتج التمثيل الضوئي والتي يمكن ان تنقل الى الخلايا التي لا تصنع الغذاء في النبات، وهذه الخلايا التي تستلم منتجات البناء الضوئي مثل التي في الجذور واعضاء التخزين والخلايا المنقسمة في القمم المرستيمية النامية وخلايا الازهار والثمار. واذا لم تستلم كمية كافية من نواتج البناء الضوئي لتوليد ATP التي تحتاجها ربما يموت النبات او لاينتج بتكرار دورة حياته، وعموماً ففي الكائنات متعددة الخلايا فأن جميع الاجزاء تعتمد كل منها على الآخر.

تحتوي عصارة اللحاء على مركبات عضوية ومعادن وماء.

ولقد تعرف الباحثون على محتويات عصارة اللحاء بمساعدة الحشرات الماصة للعصارة مثل بعض أنواع البق (المن) (Aphids) فهي تتغذى على العصارة وتطرح (Excrete) مادة حلوة ولزجة تسمى عسل المن (Honey Dew) وحشرات الحقل الماصة والنمل تتغذى عليه وتحافظ على استمرارية التزويد به. وحينما تطرح قطرة واحدة من عسل المن من مخرج الحشرة فأن قطرة أخرى تبدأ بالتكون (شكل5-7). وعسل المن غني جداً بالسكروز والكربوهيدرات وهذه دلائل غير مباشرة على ما تحتويه عصارة اللحاء.



شكل (5-7). انتقال الماء والمواد المذابة.

ومن خلال استخدام عنصر مشع لمتابعة وتوضيح النقل في اللحاء، وذلك بتعريض الورقة الى CO_2 يكون الكاربون فيه مشعاً C14، وهذا بدوره يندمج مع المركبات العضوية في الخلايا الكلورنكيمية للتمثيل الضوئي، وبعض المركبات التي تحتوي C14 الناتجة من التمثيل الضوئي تتحرك من الخلايا الكلورنكيمية الى العرق الوسطي في الورقة ومن ثم الى جميع اجزاء النبات.

3-3-5. نظرية انسياب الضغط (The pressure Flow Theory):

تعتمد عملية النقل في النباتات الزهرية على مكونات اللحاء وهي الانابيب الغربالية (المجهرية) على عكس الخشب، والانابيب الغربالية تتألف من خلايا حية. ونهاية الجدران او الصفيحة الغربالية للانابيب الغربالية تكون مثقبة وتشبه منخلاً صغيراً، اما الخيوط السايتوبلازمية فتوصل محتويات الانابيب الغربالية المتجاورة والتي تمر من خلال الفتحات في الصفيحة الغربالية، وكذلك تسمح للكربوهيدرات الناتجة من التمثيل الضوئى بالعبور من خلية الى أخرى، والانابيب الغربالية تستمر في العمليات الحيوية. والانقسام النهائي للخلية ينتج خلية تتطور الى انبوب غربالي وكذلك يعطي خلية مرافقة.

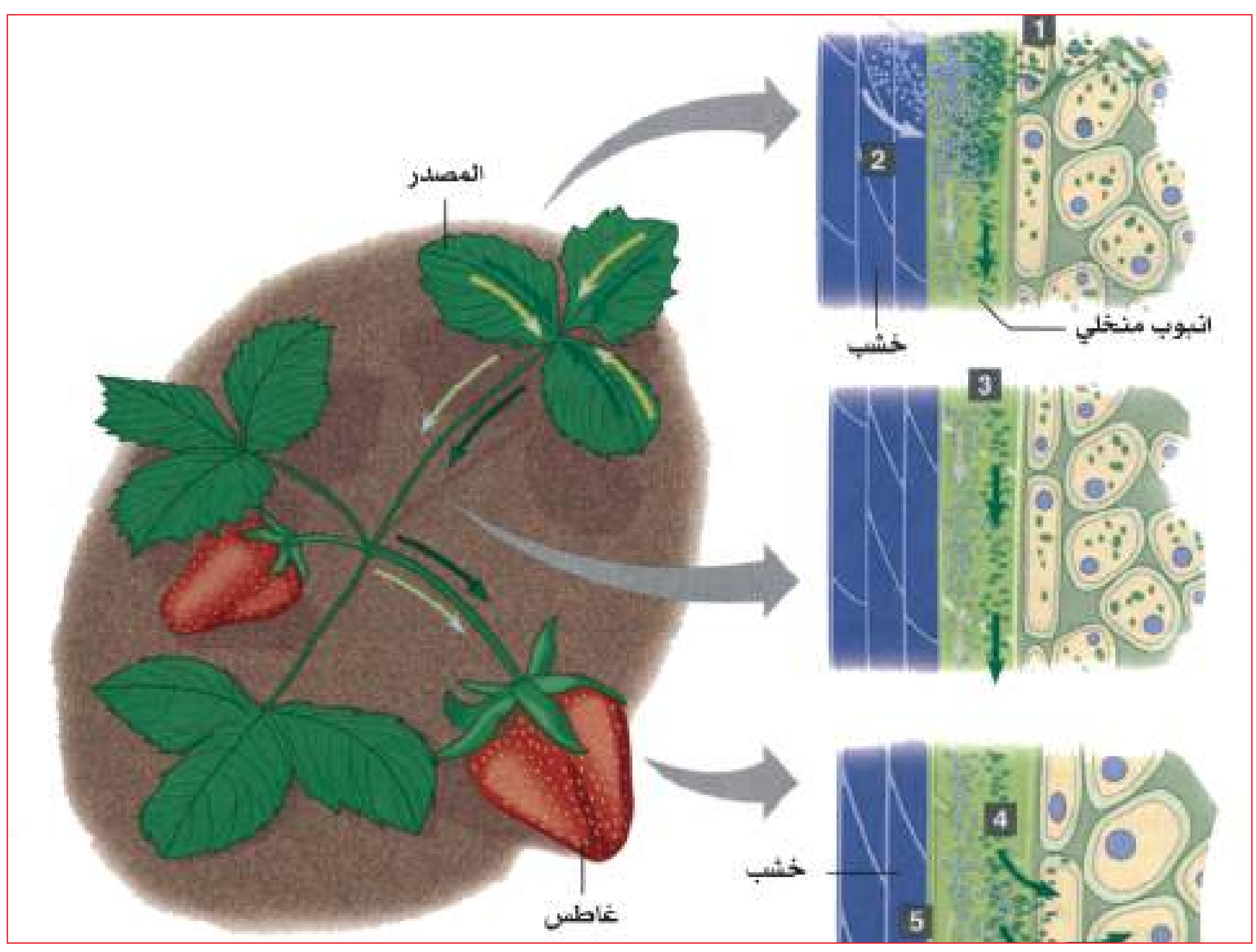
والتعقيد في وحدة الانابيب الغربالية وخلاياها المرافقة يكون الوحدة الوظيفية لنظام الانابيب الغربالية في اللحاء.

ينساب عصير اللحاء خلال الانابيب الغربالية تحت تأثير الضغط وحسب قوانين الفيزياء، وعندما يحتوي خزان على سائل تحت ضغط ويفتح يتدفق السائل الى الخارج من الفتحة حتى يتساوى الضغط على السائل مع الضغط الخارجي للخزان، واذا اضيفت كمية سائل اخرى سوف يخرج من الخزان، والموقع الذي ينطلق منه السائل في الخزان يسمى الغاطس (Sink) والذي يضاف اليه السائل يسمى المصدر.

والخشب حساس لعمل اللحاء والاثنان متجاوران في الحزمة الوعائية اما السكر الناتج من التمثيل الضوئي فيدخل الانابيب الغربالية في الورقة بواسطة النقل وطاقة ATP من الخلية المرافقة. (شكل 5-8) وهذا يسبب تركيزاً عالياً للسكروز في الخلية الغربالية لذلك فأن خلية الخشب المجاورة لها وبالاوزموزية (التناضح) ينتقل الماء منها الى عصير اللحاء في الانابيب الغربالية، وبما ان المحلول لا يمكن ضغطه وعندها يزداد حجم عصير اللحاء من السائل الداخل من الخشب. ولذلك فأن الماء يتحرك اوزموزياً (بالتناضح) من الخشب الى الانابيب الغربالية مولداً قوة تدفع عصير اللحاء خلال الانابيب الغربالية.

وعندما يزول الضغط عند الغاطس (Sink) في مكان ما على طول الانابيب الغربالية، تتدفق كمية اخرى من عصير اللحاء تحت الضغط باتجاه الغاطس (Sink) وميكانيكية الحركة هذه تدعى نظرية انسياب الضغط (Pressure Flow Theory).

والنباتات الغاطسة الشائعة لاتوجد فيها خلايا للتمثيل الضوئي تنقل السكروز (المركبات الاخرى في عصير اللحاء) خلال الانتشار الميسر او النقل الفعال.



شكل (5-8).البناء الضوئي تحت الضغط من المصدر الى الغاطس (للاطلاع)

وبما أن السكروز يفرغ من الانابيب الغربالية يصبح تركيز المحلول في عصير اللحاء مخففاً اكثر حتى ينتشر الماء من الانابيب الغربالية الى الانسجة المحيطية (عادة الخشب)، وحركة الماء الخارج من الانابيب الغربالية يمرر الضغط، وعصير اللحاء المضغوط في الانابيب الغربالية يستمر في الانسياب باتجاه الخلايا الغاطسة (Sink).

وبالمقارنة بين الماء والمعادن الذائبة التي ترفع خلال الخشب كذلك البناء الضوئي يدفع خلال اللحاء باتجاه الخلايا الغاطسة.

والعضو النباتي المعطي يمكن ان يعمل اما غاطساً (Sink) او مصدراً (Source). فمثلاً عضو التخزين النامي في درنات البطاطا تكون غاطساً (Sink) بالنسبة للتمثيل الضوئي، وبما ان النبات يستخدم مخزوناته لبناء جذور وسيقان واوراق جديدة لذلك فإن نفس الورقة تصبح هي المصدر (Source)، الشيء نفسه بالنسبة لتحرك الكربوهيدرات المخزونة تحدث موسمياً عندما تنمو الاوراق في الربيع للاشجار متساقطة الاوراق.

5-4. النقل في الحيوانات

5-4-1. النقل في اللافقريات:

(أ) النقل في اللافقريات التي لا تمتلك جهاز دوران:


شقائق البحر الحمر

تمتلك شقائق البحر (Sea anemones) والديدان المسطحة (Platyhelminthes) ومثالها البلاناريا (Planaria) اجساماً كيسية (شكل 5-9)، وفيها يصبح الجهاز الدوري غير ضروري، ففي شقائق البحر تكون الخلايا الموجودة في الطبقة الخارجية للجسم او المبطنة للتجويف الوعائي المعدي مسؤولة عن عملية التبادل الغازي وطرح الفضلات بشكل مباشر، وخلايا بطانة التجويف الوعائي المعدي متخصصة لانجاز فعل الهضم، حيث تعبر الجزيئات الغذائية الى الخلايا الاخرى بالانتشار، أما في الديدان المسطحة (البلاناريا) فان تجويف الجهاز الوعائي المعدي يتفرع خلال الجسم الصغير المسطح للدودة، والجزيئات الغذائية تنتشر من خلية الى اخرى، وبنفس الطريقة تحصل عمليتي التنفس والابراز التي تحتاجها الخلايا.



شكل (5-9) احياء بحرية لا تمتلك جهاز دوران (أ) في شقائق البحر يحصل الهضم داخل التجويف الوعائي المعدي حيث تقوم الخلايا المبطنة للتجويف بامتصاص المواد الغذائية، وهذه الخلايا نفسها تستطيع استخلاص الاوكسجين من السائل الجسمي الذي يملأ التجويف الوعائي المعدي، كما تطرح الفضلات، (ب) في الديدان المسطحة ومثالها البلاناريا يكون التجويف الوعائي المعدي متفرعاً في الجسم يجلب المواد الغذائية الى الخلايا والانتشار لعبور الجزيئات الى الخلايا يتم اما في السطح الخارجي او من بطانة التجويف .

وفي اللافقريات ذات التجويف الجسمي الكاذب* مثل الديدان الخيطية (Nematods) فإنها تستخدم السائل الجوفي لاغراض النقل.

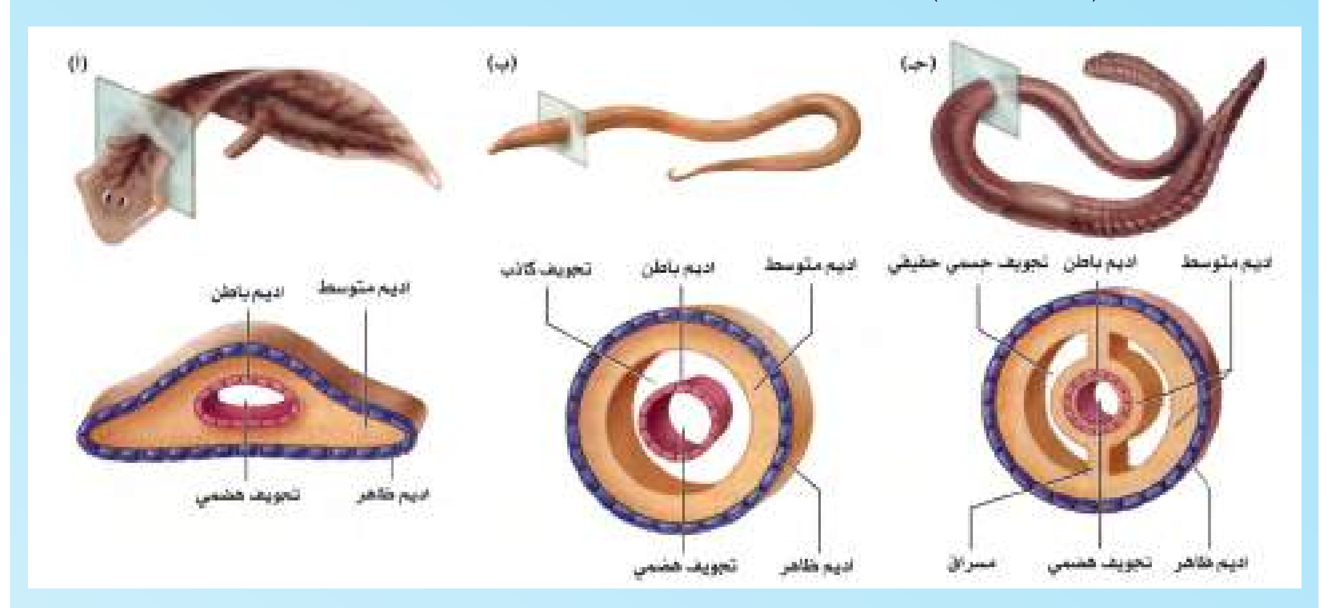
*** انواع التجويف الجسمي:**

تقسم الحيوانات تبعاً للجوف الجسمي فيها الى ثلاثة انواع هي:

أ) الحيوانات عديمة الجوف، ومثالها الديدان المسطحة، وفي هذه الحيوانات تمتلىء الفسحة الموجودة بين جدار الجسم والقناة الهضمية بانسجة حشوية.

ب) الحيوانات ذات الجوف الكاذب، ومثالها الديدان الكيسية. يقع الجوف الجسمي في هذه الحيوانات بين الاديم الباطن والاديم المتوسط. (الطبقة الجرثومية الداخلية والمتوسطة).

جـ) الحيوانات ذات الجوف الحقيقي، ومثالها الديدان الحلقية والنواعم والفقريات، يقع الجوف الجسمي في هذه الحيوانات داخل الاديم المتوسط (الطبقة الجرثومية المتوسطة) ويكون مبطناً بغشاء البريتون. (شكل 5-10).



شكل (5-10) انواع التجويف الجسمي المختلفة (للاطلاع) أ) الديدان المسطحة (البلاناريا) عديمة التجويف ، ب) الديدان الكيسية ذات تجويف جسمي كاذب جـ) الديدان الحلقية وشوكية الجلد والحبليات ذات تجويف جسمي حقيقي (للاطلاع).

(ب) اللافقريات ذات الجهاز الدوري المفتوح والمغلق:

تمتلك اللافقريات غير التي ذكرت في (أ) (الحيوانات عديمة الجوف) جهاز دوران ممثل بقلب (Heart) يضخ السوائل الى اوعية دموية، وهناك نوعان من السوائل الجسمية هما: الدم والذي يوجد ضمن الاوعية

الدموية عادة والسائل الدموي اللمفي والذي يسري في التجويف الجسمي الذي يدعى بالتجويف الدموي، والسائل الدموي اللمفي هو خليط من الدم والسائل النسيجي.

السائل الدموي اللمفي يلاحظ في الحيوانات التي لها جهاز دوران مفتوح، ففي معظم النواعم ومفصلية الارجل، يضخ القلب السائل الدموي اللمفي عن طريق اوعية الى الفسح النسيجية والتي تتوسع في بعض الاحيان الى جيوب كيسية الشكل (شكل 5-11).



شكل (5-11) جهاز الدوران المفتوح، في الجرادة وهي من مفصلية الارجل يكون جهاز الدوران من النوع المفتوح، حيث يمتلئ التجويف الجسمي بالسائل الدموي اللمفي والذي يحيط بالاعضاء الداخلية.

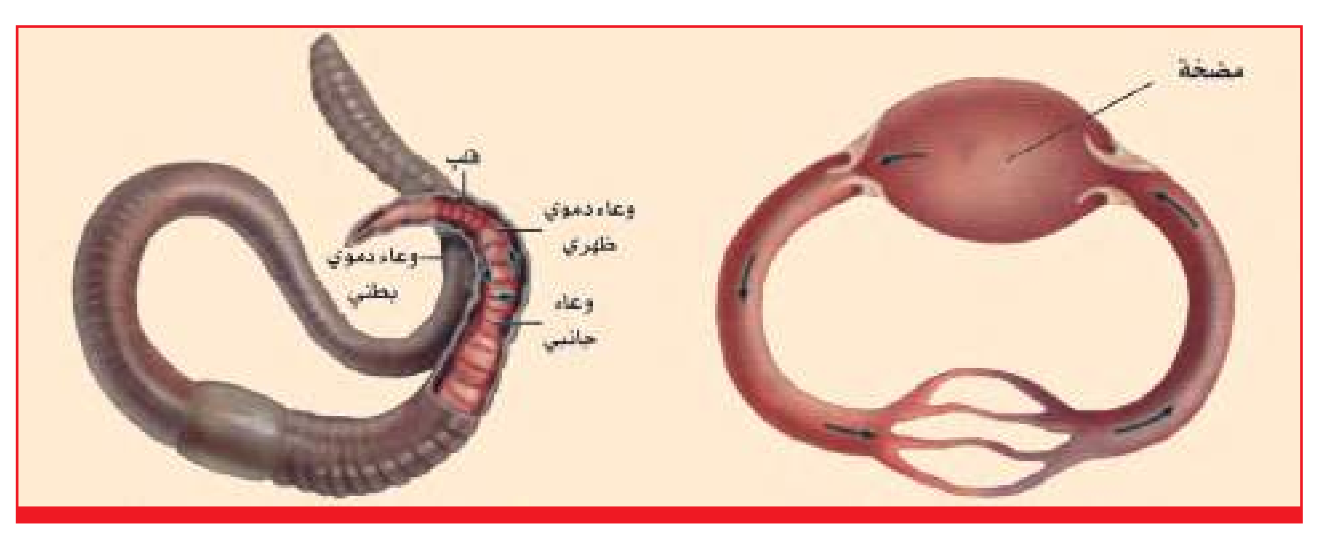
في الجرادة يقوم القلب الذي يكون بشكل تركيب انبوبي ظهري الموقع (يعمل كمضخة) بضخ السائل الدموي اللمفي الى الابهر الظهري، الذي يفرغ محتوياته في التجويف الدموي، وعندما يتقلص القلب فإن الفتحات التي تعرف بالفميمات (Ostia) سوف تغلق وعلى العكس عندما يرتخي القلب فإن السائل الدموي اللمفي يمتص راجعاً الى القلب عن طريق الفميمات، والسائل الدموي اللمفي في الجرادة يكون عديم اللون كونه لا يحتوي هيموغلوبين او اي صبغة تنفسية اخرى، وهو يحمل الغذاء ولا يحمل الأوكسجين، والاوكسجين يؤخذ من قبل الخلايا ويزال ثنائي اوكسيد الكاربون منها عن طريق انابيب هوائية تدعى بالرغاميات او القصيبات (Tracheae)، والتي توجد خلال الجسم (راجع الفصل الثاني - التنفس في مفصليات الارجل).

ويوجد في الديدان الحلقية (مثالها دودة الارض) جهاز دوران مغلق كما يوجد هذا النوع في الاخطبوط وغير ذلك من الحيوانات اللافقرية، وفي هذا النوع من اجهزة الدوران فإن الدم يتكون عادة من خلايا وبلازما ويضخ بوساطة القلب الى جهاز من الاوعية الدموية (شكل 5-12).

ويوجد في هذه الاوعية الدموية صمامات تسمح بمرور الدم بإتجاه واحد وتمنع عودته الى الوراء.

يوجد في دودة الارض خمسة ازواج من القلوب الامامية (ويطلق عليها بالاقواس الابهرية) تضخ الدم الى وعاء دموي هو الشريان البطني، والذي يتفرع الى تفرعات جانبية في كل قطعة جسمية، والدم يسير في هذه التفرعات الشعرية حيث يحصل التبادل في السائل النسيجي، ومن ثم يعود الدم بوساطة اوردة صغيرة الى الوعاء الوريدي الظهري والذي بدوره يعود بالدم الى القلب لاعادة ضخه من جديد.

والدم في دودة الارض يكون احمر اللون وهو يحتوي صبغة تنفسية تعرف بالهيموغلوبين، والذي يكون ذائباً في الدم وليس ضمن الخلايا، والتبادل الغازي يحصل في دودة الارض عبر جدار الجسم الذي يجب ان يكون رطباً بصورة دائمة.



شكل (5-12) جهاز الدوران المغلق، في دودة الارض وهي من الديدان الحلقية. يكون جهاز الدوران من النوع المغلق ، حيث تتصل الاوعية الدموية الظهرية بوساطة خمسة ازواج من القلوب الامامية التي تضخ الدم، وتوزع الاوعية الدموية الجانبية الدم الى انحاء الجسم (تمثل الاسهم مجرى الدم).

5-4-2. النقل في الفقريات:

تشترك اجهزة الدوران في الفقريات المختلفة بصفات معينة، ففيها جميعاً يضخ القلب الدم الىالشرايين التي تتفرع وتضيق الى شرايين صغيرة ثم تتفرع الى جهاز واسع من الشعيرات الدموية و يدخل الدم تاركاً الشعيرات الدموية الى اوردة صغيرة، ثم الى اوردة اكبر حيث تعود الاخيرة بالدم الى القلب.

(أ) جهاز الدوران في الاسماك:

يتألف القلب في الاسماك عدا الاسماك الرئوية من اذين غشائي مفرد وبطين عضلي مفرد ايضاً، ويساعدهما جيب وريدي اسفل الاذين ومخروط شرياني اعلى البطين، والدورة الدموية مفردة . .

يضخ القلب الدم الى الخياشيم حيث يتأكسد هناك ثم يندفع الى الابهر الظهري لكي يتوزع على اعضاء الجسم من خلال شبكة من الاوعية الشعرية الدموية، ويعود بوساطة الاوردة الى القلب (شكل 5-13)، وفي هذه الدورة يزود القلب بالضغط الكافي ليدفع الدم خلال نظامين متعاقبين للشعيرات الدموية احدهما في الخياشيم والآخر في انسجة الجسم.

(ب) الدورة الدموية في البرمائيات ومعظم الزواحف:

مع انتقال الفقريات من الحياة المائية الى الحياة البرية نشأت الرئتان كأعضاء تنفس، وادى نشؤها الى الحاجة في وصول كمية كافية من الدم لغرض تكوين الدورة المزدوجة ونقصد بها دورة جهازية لها مضخة تزود شبكات الشعيرات الدموية في انسجة الاعضاء بالدم المؤكسج، ودورة رئوية ترسل مضختها الدم غير المؤكسج الى الرئتين وهذا تطلب ان يصبح للقلب في البرمائيات ومعظم الزواحف (جميع الزواحف عدا التماسيح) اذينان وبطين مفرد (شكل 5–13).

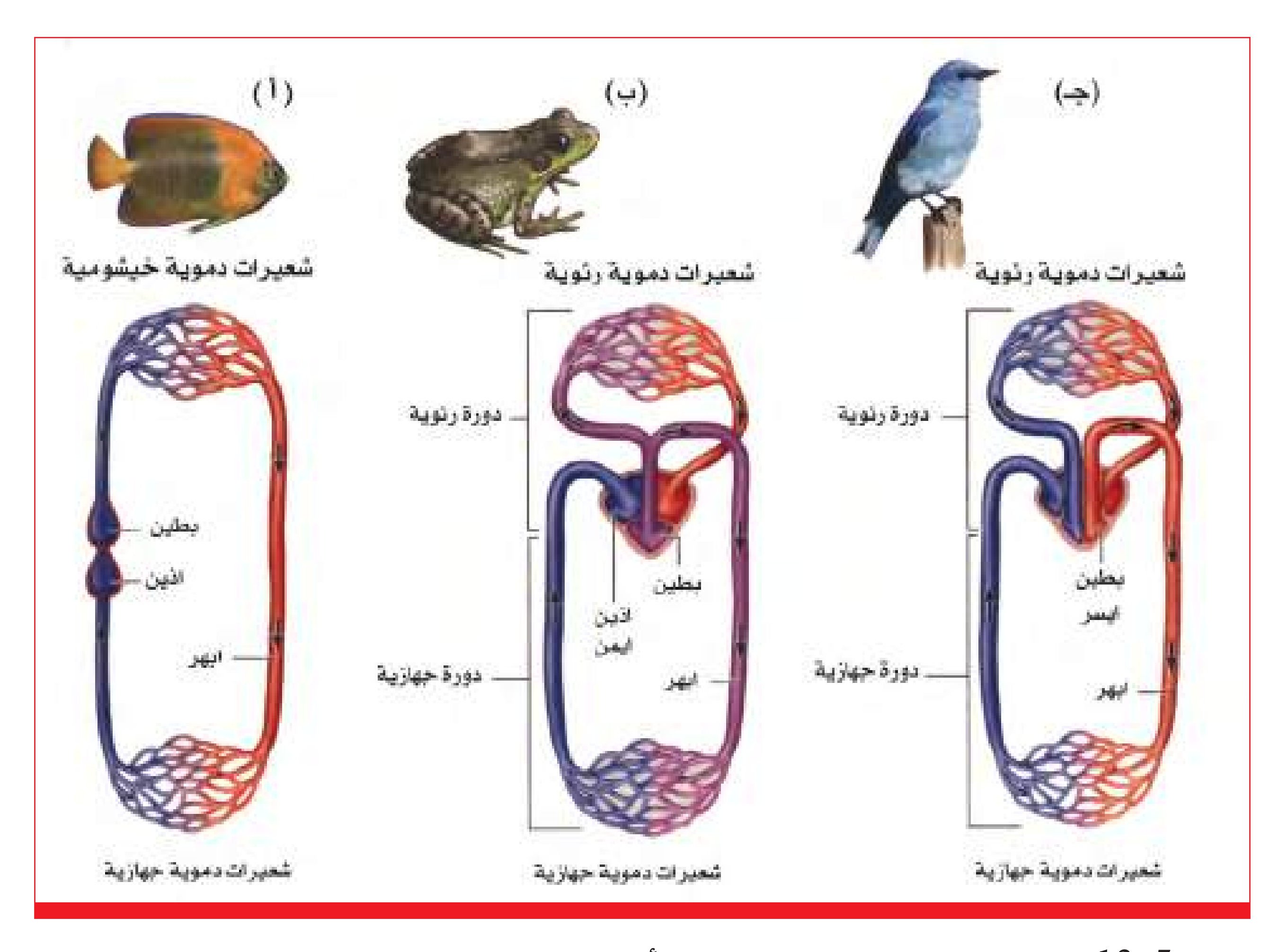
(جـ) الدورة الدموية في التماسيح والطيور والثدييات:

ينقسم القلب في التماسيح والطيور والثدييات على نصفين ايمن وايسر بوساطة حواجز، حيث يتألف الجانب الايمن من القلب من اذين ايمن وبطين ايمن، وكذا هو الحال في الجانب الايسر المكون من اذين ايسر وبطين ايسر ومثل هذا التغير الكبير في خطة الجهاز الدوري في الفقريات رفع من كفاءة اجهزتها الدورية (شكل 5–13).

والدورة الدموية في هذه الفقريات تكون مزدوجة، وفيها يدخل الدم الوريدي القادم من انحاء الجسم الى الجانب الايمن من القلب، ثم يضخ الى الرئتين ليتم تبادل الغازات، ويعود الدم المؤكسج الى الجانب الايسر من القلب الذي يضخه الى انحاء الجسم.

وتعرف دورة الدم التي تبدأ من الجانب الايمن من القلب ثم الى الرئتين وتنتهي في الجانب الايسر من القلب بالدورة الدموية الرئوية (الدورة الصغرى)، وتلك التي تبدأ من الجانب الايسر للقلب ثم لانحاء الجسم وتنتهي بالجانب الايمن من القلب بالدورة الدموية الجهازية (الدورة الكبرى) (شكل 5–13).

وسوف ندرس في هذا الفصل جهاز الدوران في الانسان كمثال للدورة الدموية المزدوجة في الفقريات.

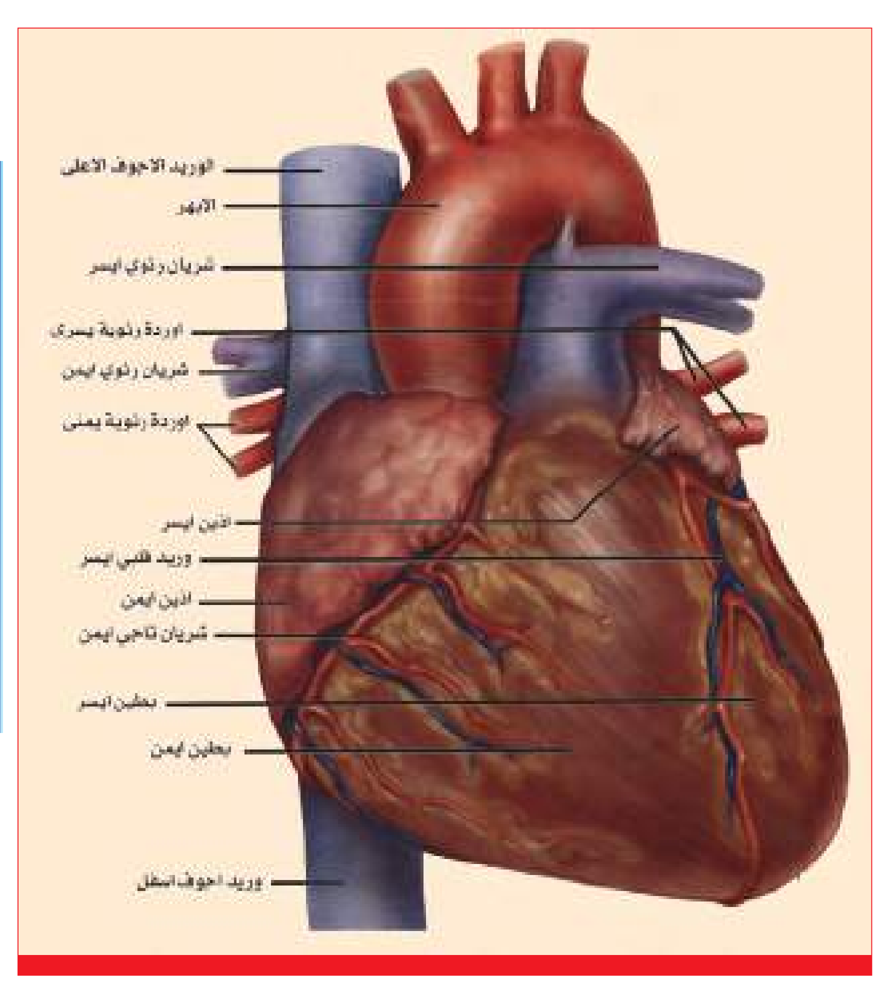


شكل (5–13) جهاز الدوران في فقريات مختلفة. (أ) جهاز الدوران في الاسماك ، (ب) جهاز الدوران في البرمائيات ومعظم الزواحف، (جـ) جهاز الدوران في التماسيح والطيور واللبائن.

3-4-5. القلب في الانسان

يمثل القلب في الانسان عضواً عضلياً، يقع في الجوف الصدري وهو محاط بمحفظة من الالياف تعرف بغشاء التامور (الغشاء المحيط بالقلب) (Pericardium). ويتكون قلب الانسان من اربعة ردهات هي: اذينان رقيقاً الجدران وبطينين سميكا الجدران (شكل 5–14).

> **هل تعلم ؟**
>
> تم حساب معدل ضربات القلب في الانسان وهو يقترب من نهاية العمر العادي ووجود انه حوالي 2.5 بليون ضربة ويكون معدل الضخ (300.000) ثلاثمائة الف طن من الدم خلال العمر العادي .

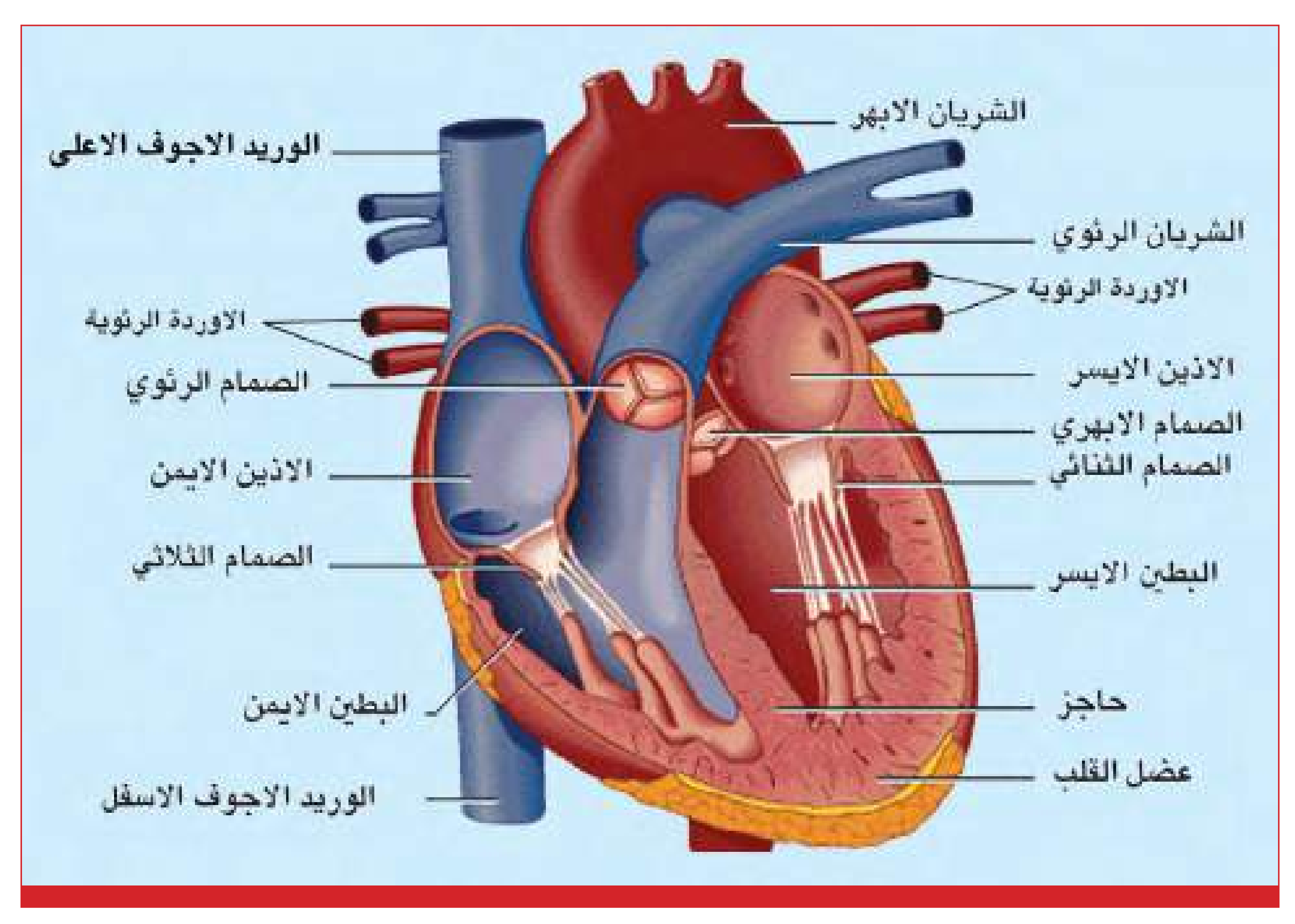


شكل (5–14). ا لمظهر الخارجي للقلب في الانسان

وتعد العضلات القلبية نوعاً فريداً من العضلات لا يوجد مثيل لها في اي مكان آخر من جسم الانسان، والعضلة القلبية تشبه العضلات المخططة (الهيكلية) باستثناء كون اليافها متفرعة ونهاياتها سميكة والتي تعرف بالاقراص البينية (Intercalated Discs).

يوجد في القلب مجموعتان من الصمامات الاذينية البطينية (Artioventricular Valves)، تتموضع بين الاذين والبطين في كل نصف من القلب وهي تسمح بانسياب الدم من الاذينان الى البطينان (الاذين الايمن الى البطين الايمن صمام ثلاثي الصفائح (Tricuspid Valve)، ومن الاذين الايسر الى البطين الايسر صمام ثنائي الصفائح (Bicuspid Valve)، كما توجد صمامات نصف هلالية (Semilunar

Valves) توجد عند مدخل الاوعية الدموية الرئيسة المتصلة بالقلب وهي تتمثل بالصمام الابهري (Aortic Valve) الذي يوجد عند منطقة اتصال الشريان الابهر بالقلب وهو يسمح بمرور الدم من القلب الى الابهر ويمنع عودته الى القلب، والصمام الثاني هو الصمام الرئوي (Pulmonary Valve) الذي يوجد عند منطقة اتصال الشريان الرئوي وهو يسمح بمرور الدم الى داخل الشريان الرئوي ويمنع عودته الى القلب (شكل5-15).



شكل (5 -15). تشريح قلب الانسان، حيث يتضح من خلاله ردهات القلب والصمامات التي تنظم مرور الدم.

يعتمد معدل ضربات القلب على العمر والجنس، وبشكل خاص التمرينات الرياضية، وقد يزيد التدريب من تدفق الدم (يزيد من حجم الدم المندفع من اي بطين) اكثر من خمس مرات، كما ان التمرينات يمكن ان تزيد من معدل ضربات القلب وتؤدي الى زيادة حجم الضربة.

يتألف جدار القلب من ثلاث طبقات (شكل 5–16) هي:

(أ) الشغاف (Endocardium):

ويمثل الطبقة الداخلية من جدار القلب، ويتكون من نسيج ظهاري حرشفي بسيط وطبقة من نسيج ضام.

(ب) عضل القلب (Myocardium):

ويمثل الطبقة الوسطى من جدار القلب، التي تتألف من الياف عضلية قلبية مخططة لا ارادية، وتكون هذه الالياف متفرعة وتنفصل بعضها عن بعض بوساطة الاقراص البينية وتكون نواتها مركزية، يتخصص بعضها بتوصيل النشاط الكهربائي وتعرف عندئذ بالياف بركنجي (Purkinje). وتعد طبقة عضل القلب اسمك طبقة في جدار القلب وهي تكون في البطين اسمك مما في الاذين .

(جـ) النخاب (Epicardium):

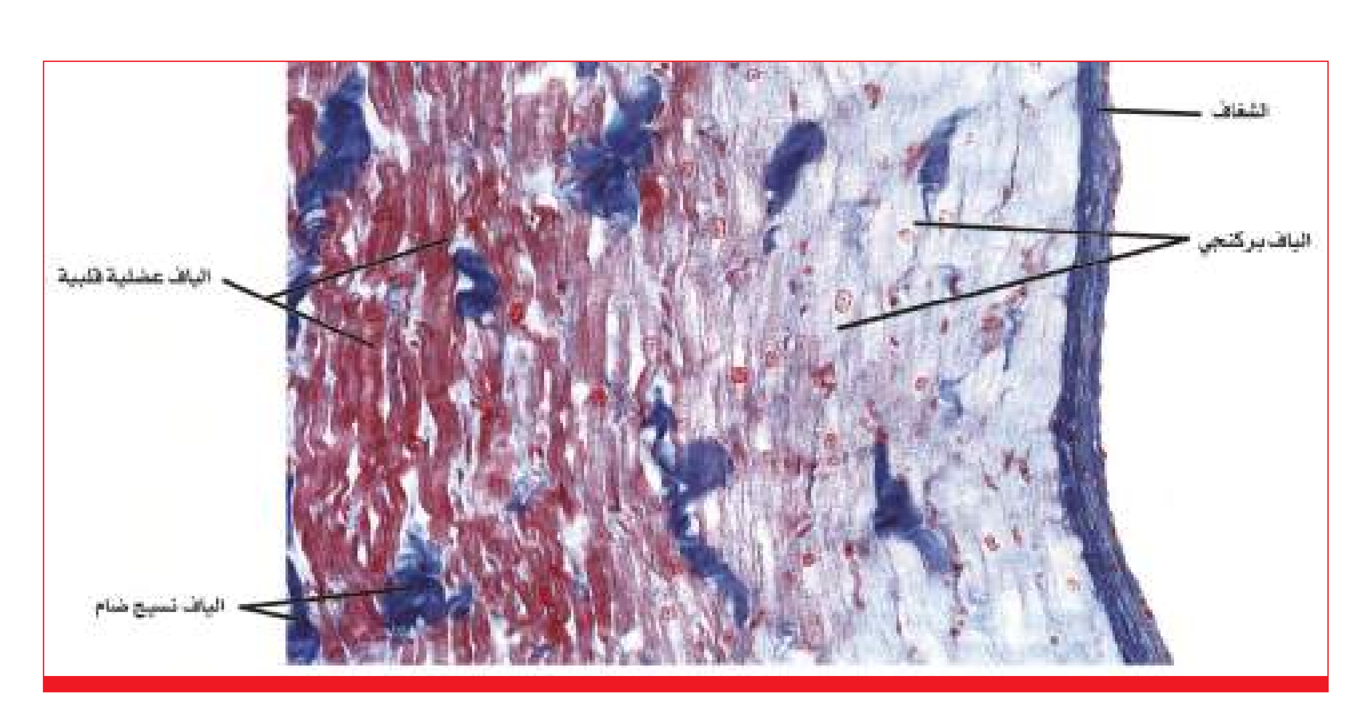
ويتمثل بطبقة رقيقة من نسيج رابط ونسيج ظهاري حرشفي بسيط.

أضف إلى معلوماتك

يختلف معدل ضربات القلب في الفقريات المختلفة اعتماداً على مستوى الايض العام وحجم الجسم وفيما يأتي بعض الامثلة :

- سمك القد (Codfish) – معدل ضربات القلب حوالي (30) ضربة في الدقيقة .
- الارنب (200) ضربة في الدقيقة .
- الفيل (25) ضربة في الدقيقة .
- الانسان (70) ضربة في الدقيقة.
- القطة (125) ضربة في الدقيقة.
- الفأر (400) ضربة في الدقيقة.

ماذا يمكن ان تستنتج عزيزي الطالب من علاقة في المعدلات اعلاه ؟



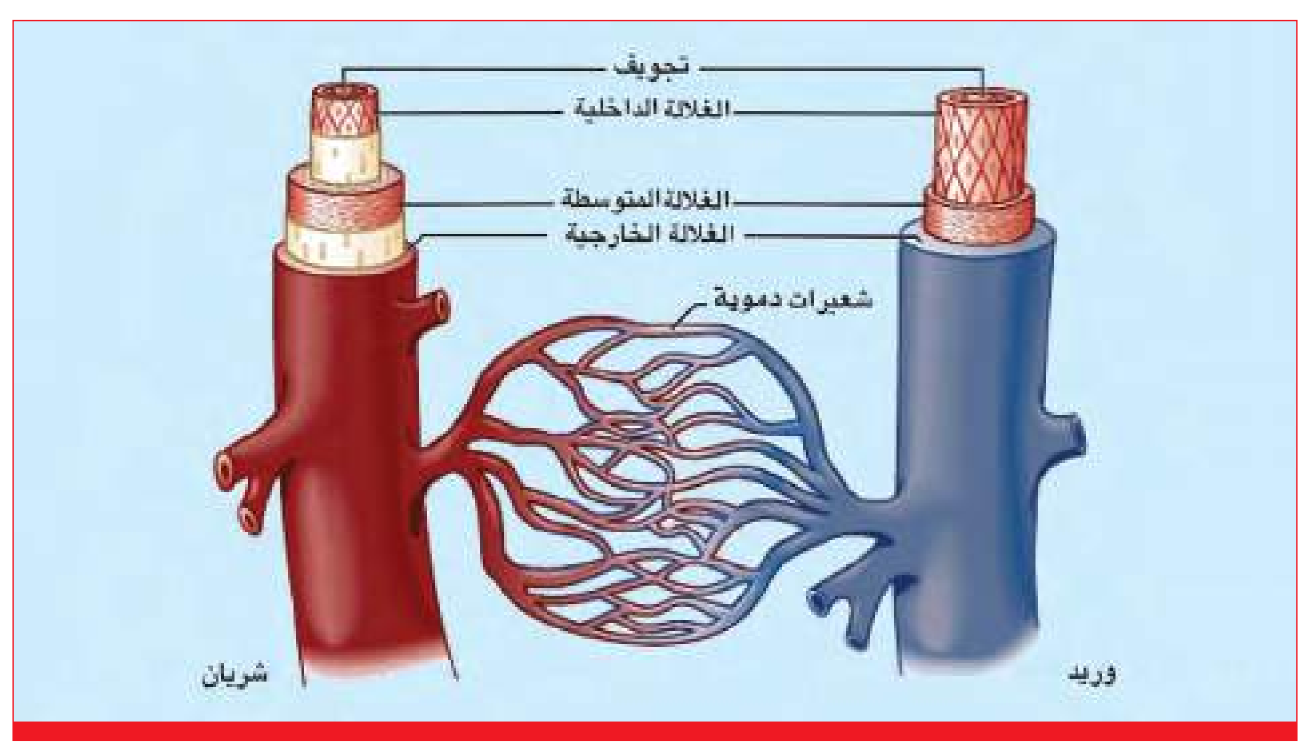
شكل (5 –16) طبقات جدار القلب.

5-4-4. الشرايين والاوردة (Arteries and Veins):

جميع الاوعية الدموية التي تخرج من القلب تعرف بالشرايين سواء اكانت تحمل دماً موكسجاً ، مثل الابهر (Aorta) ام دماً غير مؤكسجٍ، مثل الشريان الرئوي (Pulmonary Artery).

اما الأوعية الدموية التي تدخل القلب فتعرف بالاوردة مثل الوريد الاجوف الامامي أو العلوي (Anterior Vena Cavae) والوريد الاجوف الخلفي أو السفلي وهي جميعاً تحمل دم غيرموكسج.

وكلما ابتعدنا عن القلب نجد ان الشرايين والاوردة، يقل قطرها ويتغير سمك جدرانها (يقل السمك)، وبشكل عام تتكون جدران الشرايين والاوردة من ثلاث طبقات (شكل 5-17) هي :



شكل (5-17) . الاوعية الدموية . (أ) الشريان ، (ب) الوريد ، (جـ) وعاء شعري دموي .

أ) الغلالة الداخلية (Tunica Intima):

تتألف الغلالة الداخلية من طبقة بطانية (Endothelium) مكونة من نسيج ظهاري حرشفي بسيط وطبقة من النسيج الضام الحاوي على الالياف المرنة والكولاجينية.

ب) الغلالة المتوسطة (Tunica Media):

تتألف هذه الطبقة من الالياف العضلية الملساء المرتبة دائرياً وتكون محاطة بطبقة من الالياف المرنة (Elastic Layer).

جـ) الغلالة الخارجية (Tunica Adventitia):

تتكون هذه الطبقة من نسيج رابط قد يحوي اوعية دموية صغيرة تغذي جدران الاوعية الكبيرة.
ولا بد من الاشارة الى ان سمك الطبقات المذكورة في الشكل (5–17) يتباين تبعاً لقطر الوعاء الدموي شرياناً كان ام وريداً.

5-4-5. الاوعية الشعرية الدموية (Blood Capillaries):

تعد الاوعية الشعرية الدموية اوعية ضيقة جداً حيث يصل متوسط قطرها اقل من (10) ميكروميتر في اللبائن (الثدييات)، وهي تكون اوسع قليلاً من قطر كريات او خلايا الدم الحمراء والتي يجب ان تمر خلال هذه الاوعية الشعرية. وتتكون جدران الاوعية الشعرية الدموية من طبقة رقيقة من الخلايا البطانية (نسيج ظهاري حرشفي بسيط)، ترتكز على غشاء قاعدي رقيق، وطبقة من النسيج الضام.
والشعيرات الدموية مصممة بحيث يمكنها ان ترشح وتسمح بمرور الماء ومعظم المواد المذابة عدا البروتينات (شكل 5–18)، ولذلك فهي تعتبر الموضع الرئيس لتبادل المواد بين الدم وانسجة الجسم.

6-4-5. الدورات الدموية في الجسم:

1– الدورة التاجية (Coronary Circulation):

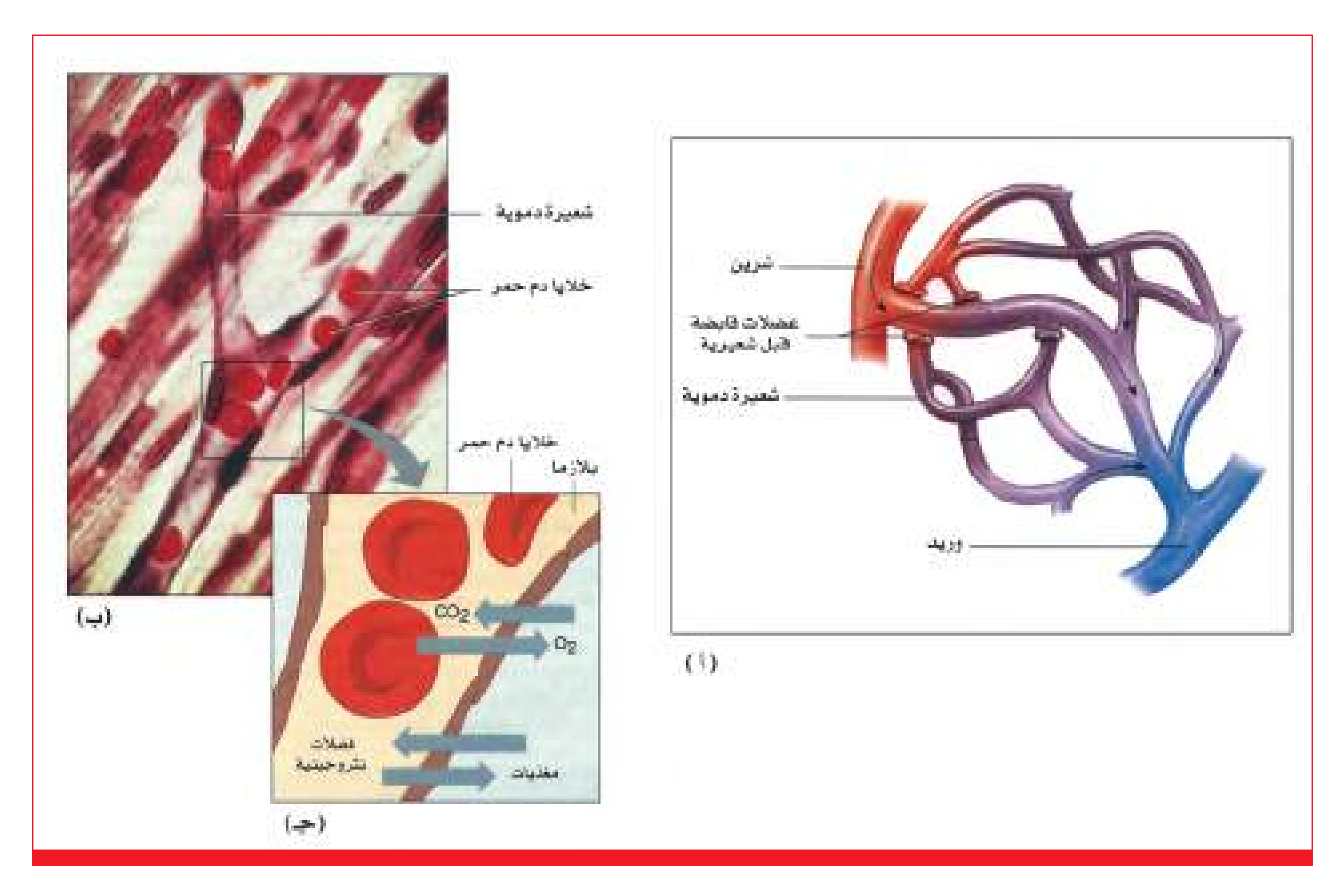
توجد في القلب اوعية دموية خاصة به تزوده بالدم الحاوي على الاوكسجين والغذاء وهي تتمثل بالاوعية التالية:

أ الشريانان التاجيان (Coronary Arteries)، وهما ينشآن من منطقة خروج الابهر من القلب ويمتدان على السطح الخارجي للقلب ويدخلان عضلاته ويوزعان الدم على شكل اوعية شعرية دموية.

ب الوريدان التاجيان (Coronary Veins) وهما يدخلان الكيس التاجي (Coronary Sinus) الذي يصب في الاذين الايمن.

أضف إلى معلوماتك

الذبحة الصدرية (Angina Pectoris) تحصل عند حدوث اي انسداد في الاوعية التاجية والذي يؤدي الى حدوث الم شديد في الجهة اليسرى من الجسم والذراع الايسر وهذه الحالة قد تؤدي الى الوفاة.



شكل (5 – 18). الاوعية الشعرية الدموية. (أ) شبكة الاوعية الشعرية الدقيقة (Capillary Bed) المتموضعة بين الشرينات (تصغير شريان) والوريدات (تصغير وريد)، (ب) الاوعية الشعرية الدموية تكون ذات قطر صغير جداً بحيث لا يسمح بمرور اكثر من خلية دم واحدة في انٍ واحد، (جـ) في الاوعية الشعرية الدموية يترك الاوكسجين خلايا الدم الحمر ويدخل ثنائي اوكسيد الكاربون الى مجرى الدم، والمواد الغذائية تتحرر الى الانسجة، بينما تجمع الفضلات النتروجينية من الانسجة.

2– الدورة الرئوية (Pulmonary Circulation):

يمتليء الاذين الايمن (Right Atrium) بالدم القادم من الاوردة الرئيسة في الجسم وهي: الوريد الاجوف الامامي (Anterior Vena Cava) والوريد الاجوف الخلفي (Posterior Vena Cava) ويكون الدم في هذه الاوردة قليل الاوكسجين ويحمل ثنائي اوكسيد الكاربون ويكون لونه احمر غامقاً . يتقلص الاذين الايمن ليدفع الدم عن طريق الصمام الثلاثي الى البطين الايمن (Right Ventricle)، وعن طريق الصمامات نصف الهلالية يصل الى الرئتين بوساطة الشريان الرئوي. وبعد ذلك ينتشر الدم داخل الرئتين في الاوعية الشعرية الدموية المنتشرة في الحويصلات الرئوية (Alveoli) وفي هذه الحويصلات يطرح ثنائي اوكسيد الكاربون ويتزود الدم بالاوكسجين، ومن ثم يتجمع الدم عن طريق الاوردة الرئوية (Pulmonary Veins) ويدخل الاذين الايسر (Left Atrium) (شكل 5–19).

والمخطط التالي يوضح مسار الدم في الدورة الرئوية.



الدورة الرئوية في الانسان

الرأس والاطراف الامامية
CO_2
O_2
شريان سباتي
وريد ودجي
رئتين
شريان رئوي
وريد رئوي
وريد اجوف علوي
ابهر
الأذين الأيمن
الأذين الأيسر
الصمام الثلاثي
القلب
وريد اجوف سفلي
البطين الأيسر
الكبد
البطين الأيمن
قناة هضمية
وريد كبدي
شريان مساريقي
وريد بابي كبدي
شريان كلوي
وريد كلوي
كليتين
وريد حرقفي
شريان حرقفي
الجذع والاطراف الخلفية

شكل (5-19) الدورة الدموية في الانسان . لاحظ اتجاهات حركة الدم في الشرايين والاوردة .

3 – الدورة الجهازية (Systemic Circulation):

عند انقباض (Systole) الاذين الايسر يدخل الدم الى البطين الايسر (Left Ventricle) من خلال الصمام ثنائي الصفائح، وعند تقلص البطين الايسر يضخ الدم الى داخل الابهر (Aorta) وهو الشريان الاكبر والاكثر سمكاً في الجسم (شكل 5 –19).

ينقسم الابهر الى عدة شرايين سميكة وهي بدورهاتتفرع وتكون شبكة من الشرايين تنتشر في جميع انحاء الجسم لتزوده بالدم المؤكسج . وتتمثل التفرعات الرئيسية للابهر بالشرايين التالية:

أ الشريان الجوفي (Coeliac Artery) وهو اكبر التفرعات الشريانية للابهر، ويغذي المعدة والكبد والطحال من خلال ثلاث تفرعات شريانية ممثلة بالشريان المعدي والشريان الكبدي والشريان الطحالي.

ب الشريان المساريقي العلوي (Superior Mesenteric Artery) والذي يزود الامعاء الدقيقة والجزء الاعلى من الامعاء الغليظة بالدم .

جـ الشريان المساريقي السفلي (Inferior Mesenteric Artery) وهو يغذي الجزء الاسفل من الامعاء والحوض. والشرايين الثلاث اعلاه تكون مفردة.

د الشرايين الكلوية (Renal Arteries)، وهي شرايين مزدوجة تذهب الى الكليتين والغدتين الكظريتين.

هـ الشرايين المنسلية (Gonadal Arteries)، وهي شرايين مزدوجة تذهب الى الغدد التناسلية.

و الشرايين القطنية (Lumbar Arteries) وهي تغذي جدار البطن.

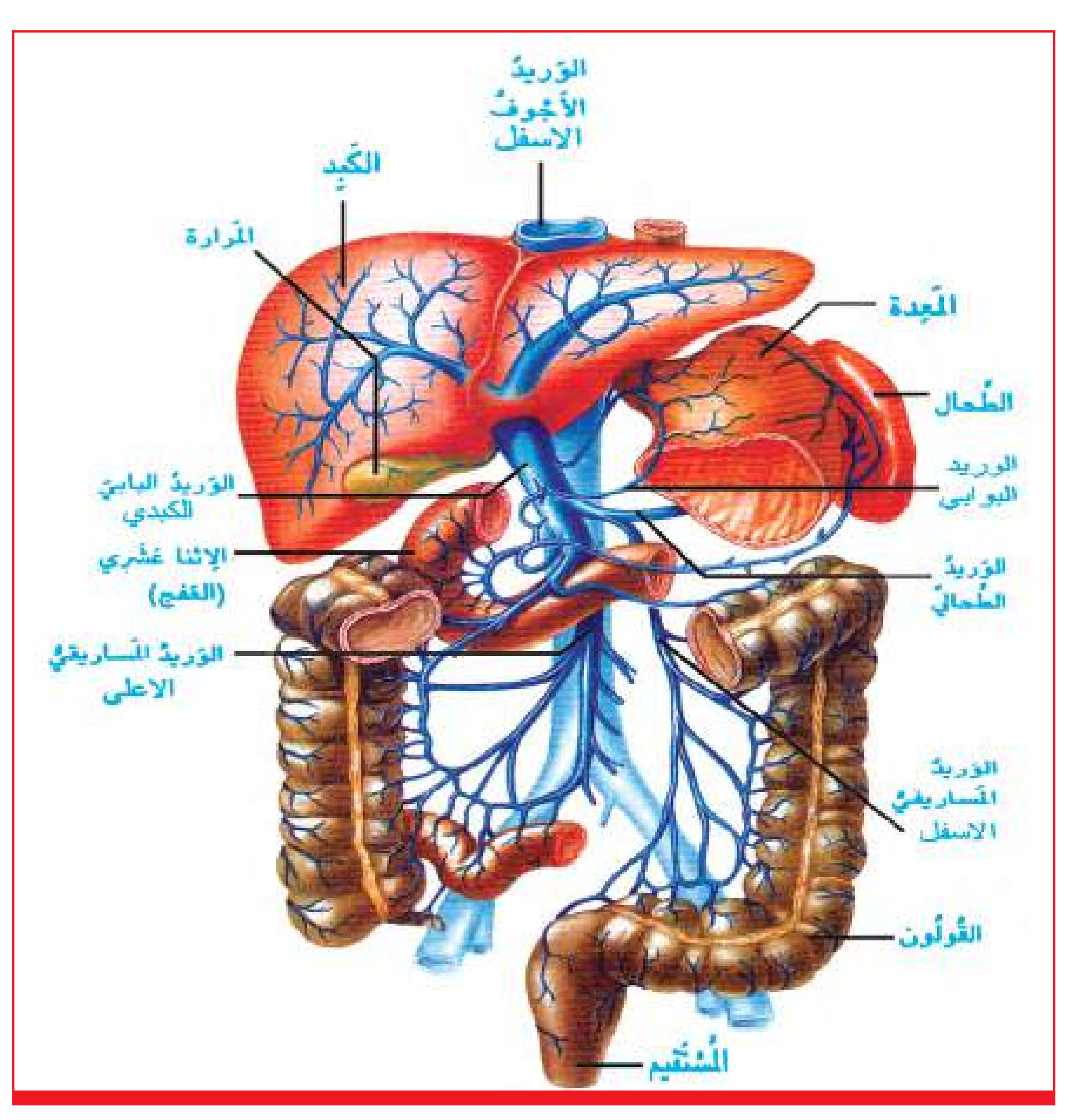
ولابد من الاشارة الى ان هناك العديد من التفرعات الشريانية الاخرى التي تذهب الى مختلف اعضاء الجسم.

5-4-7. الأجهزة البابية (Portal Systems)

(أ) الجهاز البابي الكبدي (Hepatic Portal System):

يتمثل الجهاز البابي الكبدي بمجموعة من الاوردة تنقل بنقل الدم الى الكبد كمرحلة اولى قبل ان تذهب الى الوريد الاجوف الخلفي ، وذلك بهدف معاملة المواد الغذائية الممتصة في القناة الهضمية بوساطة الكبد قبل ان تدخل جهاز الدوران العام .

يتألف الجهاز البابي الكبدي من الوريد البابي الكبدي (Hepatic Portal Vein) من المنطقة البوابية للمعدة والوريد الطحالي والوريدين المساريقيين الامامي والخلفي (العلوي والسفلي). (شكل 5 –20).



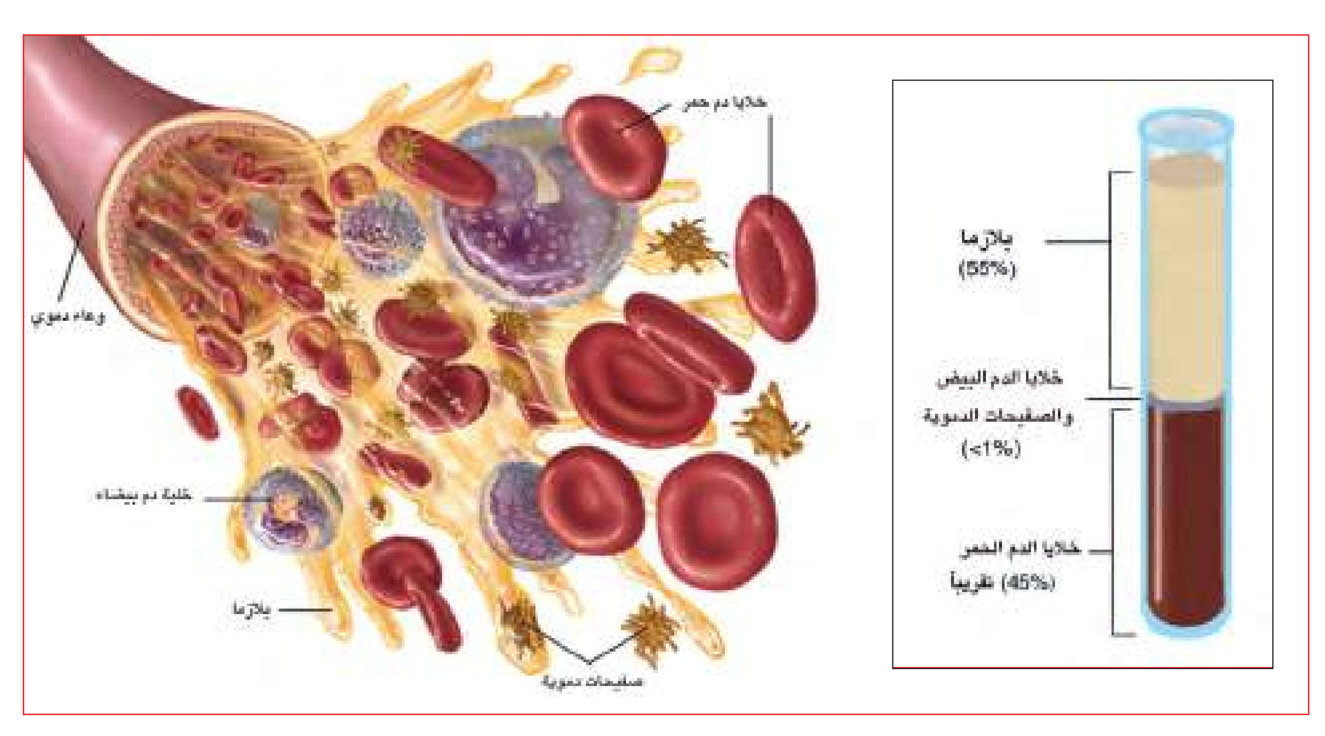
شكل (5 –20) . الدورة البابية الكبدية في الانسان.

(ب) الجهاز البابي الكلوي (Renal Portal System):

يتضح الجهاز البابي الكلوي في الفقريات الواطئة مثل البرمائيات، وفي هذه الحالة يأتي الدم من مجموعة اوردة خلفية تجلبه من الاطراف الخلفية، وتتحد هذه الاوردة لتكون الوريد البابي الكلوي (Renal Portal Vein) الذي يتفرع داخل الكلية الى اوردة صغيرة واوعية شعرية دموية ومن ثم يعود الدم بوساطة الاوردة الكلوية (Renal Veins) الى الوريد الاجوف الخلفي وبعد ذلك يصل الى القلب. والدورة البابية الكلوية تكون مختزلة بدرجة كبيرة في الفقريات المتقدمة، ويفتقد هذا الجهاز في الطيور واللبائن البالغة.

5-4-8. الدم (Blood)

الدم في الفقريات عبارة عن سائل نسيجي مركب، يتكون من بلازما بنسبة 55 ٪ تقريباً وخلايا الدم (خلايا الدم البيض والحمر والصفيحات الدموية) بنسبة 45 ٪ (شكل 5-21).



شكل (5-21). تركيب الدم والنسب المئوية لمحتويات الدم في اللبائن.

ويتكون دم الثدييات من المكونات التالية:

اولاً : بلازما الدم (Plasma):

تتكون بلازما الدم في الثدييات من:

أ ماء بنسبة 90-92 ٪

ب مواد صلبة ذائبة ممثلة ببروتينات البلازما (الالبومين الكلوبيولين، الفايبرينوجين) ، السكر ، الاحماض الامينية ، اجسام مضادة، هورمونات، انزيمات مختلفة ، نواتج ايضية وبقايا لمواد عضوية ولاعضوية.

جـ غازات ذائبة على نحو خاص الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون والنتروجين.

هل تعلم ؟

أن خلايا الدم الحمر يكون عددها في الذكور اكثر مما في الاناث، وان عددها يزداد لدى الاشخاص الذين يقطنون المرتفعات.



جدول (5 -1). مكونات بلازما الدم ومصادر نشؤها ووظائفها (للاطلاع).

المكون	المصدر	الوظيفة
بلازما (Plasma)		
1- ماء 90-92 ٪	- الامتصاص من الامعاء	- يحافظ على حجم الدم - ينقل الجزيئات المختلفة
2- بروتينات البلازما 7-8٪ وهي: البومين كلوبيولين ، فايبرينوجين	- الكبد	- تحافظ على الضغط الاوزموزي - تحافظ على pH الدم - تحافظ على حجم وضغط الدم - تقوم بالنقل ، الدفاع ضد الاصابات ، تخثر الدم
3 - الاملاح اقل من 1 ٪	- الامتصاص من الامعاء	- تحافظ على الضغط الاوزموزي و pH الدم - تساعد في عمليات الايض
4 - الغازات وهي: الاوكسجين ، ثنائي اوكسيد الكاربون	- الرئات - الانسجة الجسمية	- التنفس الخلوي
5 - المغذيات وهي: الشحوم ، الكلوكوز ، والحوامض الامينية	- الامتصاص من الامعاء	- تجهيز الغذاء للخلايا
6 - الفضلات النتروجينية وهي: اليوريا وحامض اليوريك	- الكبد - متنوعة	- تطرح بوساطة الكلية - تساعد في عمليات الايض
7- مواد اخرى هي: الهورمونات، والفيتامينات ومواد اخرى		

ثانياً: عناصر الدم (خلايا الدم):

وهي تتمثل بالآتي:

(أ) خلايا الدم الحمر (Erythrocytes):

وهي خلايا صغيرة مقعرة الوجهين، والخلية البالغة منها في الثدييات تفتقد النواة (تكون ذات انوية في الفقريات الاخرى) وخلية الدم الحمراء تحتوي على صبغة تنفسية هي الهيموغلوبين، ويكون عددها عادة في الانسان البالغ حوالي (25) ترليون خلية حمراء. ويكون العدد حوالي (6) مليون في المايكرولتر، راجع جدول (5-2).

أضف إلى معلوماتك

يبلغ متوسط عمر خلية الدم الحمراء اربعة اشهر وخلال هذه الفترة تكون قد قامت برحلة قطعت خلالها 700 كيلومتر، وتنضغط خلية الدم الحمراء بأستمرار خلال الشعيرات الدموية التي تكون احياناً ضيقة جداً لدرجة ان خلية الدم الحمراء تنضغط لكي تمر خلالها، وفي نهاية عمرها تتكسر الى اجزاء، وتبتلع من قبل الخلايا البلعمية.

جدول (5 –2) عناصر الدم. النوع ومصدر النشوء والوظيفة والوصف (للاطلاع).

عناصر الدم			
النوع		المصدر	الوصف والوظيفة
1. **خلايا الدم الحمر** Erythrocytes 4–6 مليون / المايكرولتر		نخاع العظم الاحمر	– قطرها 7–8 مايكرومتر، بشكل اقراص مقعرة الوجهين عديمة النواة – تقوم بنقل الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون
2 . **خلايا الدم البيض** Leukocytes 5000–11000 / المايكرولتر		نخاع العظم	– ذات وظيفة دفاعية
Granulocytes	**العدلة** Neutrophils 40–70 %		– القطر 10–14 مايكرومتر – خلايا كروية الشكل ذات سايتوبلازم محبب – النواة مفصصة
	الحمضة Eosinophils 1–4 %		– القطر 10–14 مايكرومتر – خلايا كروية الشكل والسايتوبلازم ذو حبيبات خشنة – النواة ثنائية الفصوص
	القعدة Basophils 0–1 %		– القطر 10–12 مايكرومتر – خلايا كروية – النواة مفصصة كبيرة غير منتظمة وهي تحرر الهستامين
Agranulocytes	**الخلية اللمفاوية** Lymphocytes 20–45 %		– القطر 5–17 مايكرومتر – خلايا كروية الشكل – النواة كبيرة مدورة – لها خصوصية مناعية
	الخلية الوحيدة Monocytes 4–8 %		– القطر 10–24 مايكرومتر – خلايا كروية كبيرة – النواة مفصصة – تعمل كبلعم
3 . **الصفيحات الدموية** Blood Platelets 150000–300000 المايكرولتر		نخاع العظم	– القطر 2–4 مايكرومتر – قرصية الشكل ذات سايتوبلازم محبب – تفتقد النواة

(ب) خلايا الدم البيض (Leukocytes):

وهي خلايا صغيرة تختلف عن خلايا الدم الحمر بكونها عادة اكبر منها وتحتوي على نواة، كما انها تفتقد الهيموغلوبين ولذلك تظهر اكثر شفافية (عديمة اللون) (جدول 5 –2).

وخلايا الدم البيض اما تكون حبيبية (Granulocytes) او لاحبيبية (Agranulocytes) وعددها يتراوح بين (5000–11000) خلية في المليمتر المكعب الواحد.

انواع خلايا الدم البيض:

1– خلايا الدم البيض الحبيبية (Granulocytes) وهي تحتوي على حبيبات في السايتوبلازم وتتمثل بثلاثة انواع هي:

- الخلايا العدلة (Neutrophils)، وهي خلايا كروية الشكل، يتراوح قطرها بين 10–14 مايكروميتر، وتكون انويتها مفصصة، ويشكل هذا النوع نسبة 40 – 70 ٪ من مجموع خلايا الدم البيض.
- الخلايا الحمضة (Eosinophils)، خلايا كروية الشكل، يتراوح قطرها بين 10–14 مايكروميتر، ونواتها ثنائية التفصص، وتبلغ نسبتها 1–4 ٪ من مجموع خلايا الدم البيض.
- الخلايا القعدة (Basophils)، وهي كروية الشكل ايضاً، يتراوح قطرهابين 10–12 مايكرومتر ونواتها مفصصة، وهي تشكل 0–1 ٪ من مجموع خلايا الدم البيض.

2– خلايا الدم البيض اللاحبيبية (Agranulocytes) وهي تفتقد الحبيبات في سايتوبلازم الخلية وتكون ممثلة بنوعين هما:

- الخلايا اللمفاوية (Lymphcytes)، وهي خلايا كروية الشكل، يتراوح قطرها بين 5–17 مايكروميتر (بمعدل 9–10 مايكروميتر)، ونواتها تكون كبيرة ومدورة.
  تشكل الخلايا اللمفاوية نسبة 20–45٪ من مجموع خلايا الدم البيض.
- الخلايا الوحيدة (Monocytes)، وهي خلايا كبيرة مقارنة بالانواع الاخرى وتكون كروية الشكل أيضاً، يتراوح قطرها بين 10–24 مايكروميتر، ونواتها كروية او كلوية مفصصة، وتشكل نسبة 4–8٪ من مجموع خلايا الدم البيض.

(جـ) الصفيحات الدموية (Blood Platelets):

تعد الصفيحات الدموية من المكونات الاساسية في الدم، وهي قرصية الشكل خالية من النواة، وعددها يتراوح بين 150،000 –300000 في المايكرولتر الواحد وعمرها يتراوح بين 8–10 يوم. وهي تلعب دوراً مهماً في عملية تخثر الدم (جدول 5–2).

وظائف الدم (Functions of Blood):

يقوم الدم بالعديد من الوظائف التي تخدم الاعضاء المختلفة في الجسم ومنها:

أ نقل الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون بين الاعضاء التنفسية والانسجة.

ب نقل الماء والغذاء المهضوم من القناة الهضمية الى الاعضاء المختلفة في الجسم.

جـ نقل الغذاء المخزون من عضو او نسيج الى عضو ونسيج آخر.

د نقل الفضلات النتروجينية والمعادن الزائدة في المحاليل والماء الى اعضاء الابراز.

هـ نقل الهورمونات من الغدد الصم حيث تنتج الى الاماكن الهدف (الاماكن التي تحتاجها وتؤثر فيها).

و ينظم تركيز الاس الهيدروجيني (pH) للانسجة بدرجة محدودة بوساطة المحاليل المتعادلة الموجودة فيه كالفوسفات والكاربونات.

ك يعمل الدم على إبقاء درجة حرارة الجسم ثابتة في الطيور والثدييات.

ح للدم وظيفة دفاعية ضد الكائنات المجهرية الغريبة والتي تسبب الالتهابات.

5-4-8-1. تخثر الدم (Blood Clotting)

تمتلك الحيوانات طرائق خاصة لمنع الفقدان السريع لسوائل الجسم بعد اي جرح. وتخثر الدم في الفقريات العليا بضمنها الانسان، هو الصفة السائدة في الدفاع عن اتزان سوائل الجسم (شكل 5-22) ويمكن ايجاز مراحل او خطوات تخثر الدم بالآتي:

أ عند حدوث تمزق او تلف في وعاء دموي فان العضلات الملساء المكونة لجدار الوعاء الدموي تنقبض واحياناً تغلق تماماً الوعاء الدموي وتمنع انسياب الدم.

ب تؤدي الصفيحات الدموية دوراً حيوياً في عملية التخثر وهي توجد باعداد كبيرة في الدم. فحينما يتمزق السطح الداخلي الاملس للوعاء الدموي، فان الصفيحات الدموية تلتصق بسرعة الى السطح وتجتمع وتعمل كسدادة للتمزق.

جـ تحرر الصفيحات الدموية والنسيج التالف للاوعية الدموية ثرومبين اولي (Prothrombin) الذي يتحول الى ثرومبين نشط (Thrombin) بفعل تفاعلات انزيمية وبوجود ايونات الكالسيوم.

د يحول الثرومبين بدوره الفايبرينوجين وبوجود ايونات الكالسيوم الى خيوط او الياف الفايبرين.

هـ تعمل خيوط او الياف الفايبرين شبكة تمنع مرور خلايا الدم الحمر، وبذا يتم غلق التمزق وايقاف انسياب الدم.



شكل (5–22) مراحل تخثر الدم (للاطلاع)

لقد تم التعرف إلى ثلاثة عشر عاملاً مختلفاً في الاقل من عوامل التخثر في البلازما، ومن المعروف ان نقص اي عامل منها يمكن ان يؤخر، او يمنع عملية التخثر.

قد يتأخر تخثر الدم او لايتم ابداً في حالة الجروح بسبب حالة مرضية تسمى نزف الدم الوراثي (Haemophilia) وهي حالة تتميز بفشل الدم في التخثر لدرجة ان بعض انواع الجروح التي ليست لها اهمية تذكر، يمكن ان تسبب نزيفاً شديداً ومستمراً ويحدث هذا المرض نتيجة لطفرات نادرة على الكروموسوم الجنسي (x) (بنسبة 1: 10000) مؤدياً الى نقص وراثي في احد عوامل الصفائح الدموية للذكور والاناث المتماثلة، ويسمى مرض الملوك وذلك لحدوثه اول مرة بدأ ينتقل خلال العديد من المتزوجين من العائلات الملكية في اوروبا، ويبدو ان نشأة هذا المرض من التبادل النادر على الكروموسوم الجنسي (x) في احد ابوي الملكة فيكتوريا.

5-4-8-2. ضغط الدم (Blood Pressure):

يسير الدم في الشرايين ويتدفق فيها باستمرار، وهو لا بد ان يكون تحت ضغط محسوس، وهذا ما يسمى بضغط الدم. تكون جدران الشرايين مرنة وعند تقلصها يزداد ضغط الدم، وحين توسعها ينخفض الضغط، وكلما ابتعدنا عن القلب فان ضغط الدم ينخفض. سريان الدم داخل الشرايين يتم بشكل دفعات، ففي فترة كل تقلص يضخ القلب كمية من الدم داخل الشرايين وهذه الشرايين تستوعب هذه الكمية من الدم نتيجة لتوسع جدرانها واتساعها وتعقب هذه الحالة مرحلة انبساط وهي مرحلة امتلاء القلب لهذا فان

الفرق بين الضغطين ليس بكثير ويقدر ضغط الانقباض في قلب الانسان بـ 110 - 130 ملم زئبق بينما يكون ضغط الارتخاء 60-80 ملم زئبق والفرق بين الضغطين يسمى ضغط النبض.

وتكون نسبة ضغط الانقباض الى ضغط الارتخاء في الدورة الدموية على النحو التالي:

في الشرايين = ضغط الانقباض / ضغط الارتخاء = $\frac{120}{80}$ ملم زئبق

في الاوعية الشعرية الدموية = $\frac{30}{10}$ ملم زئبق

يزداد ضغط الدم في الاشخاص المسنين وذلك بسبب تصلب الشرايين حيث تقل مطاطيتها وتوسعها عند ضخ الدم فيها، وعندما تبقى على حالتها المتصلبة هذه قد تؤدي الى زيادة ضغط الدم وهكذا يبقى مرتفعاً بصورة دائمة.

5-4-9. الجهاز اللمفاوي (The Lymphatic System)

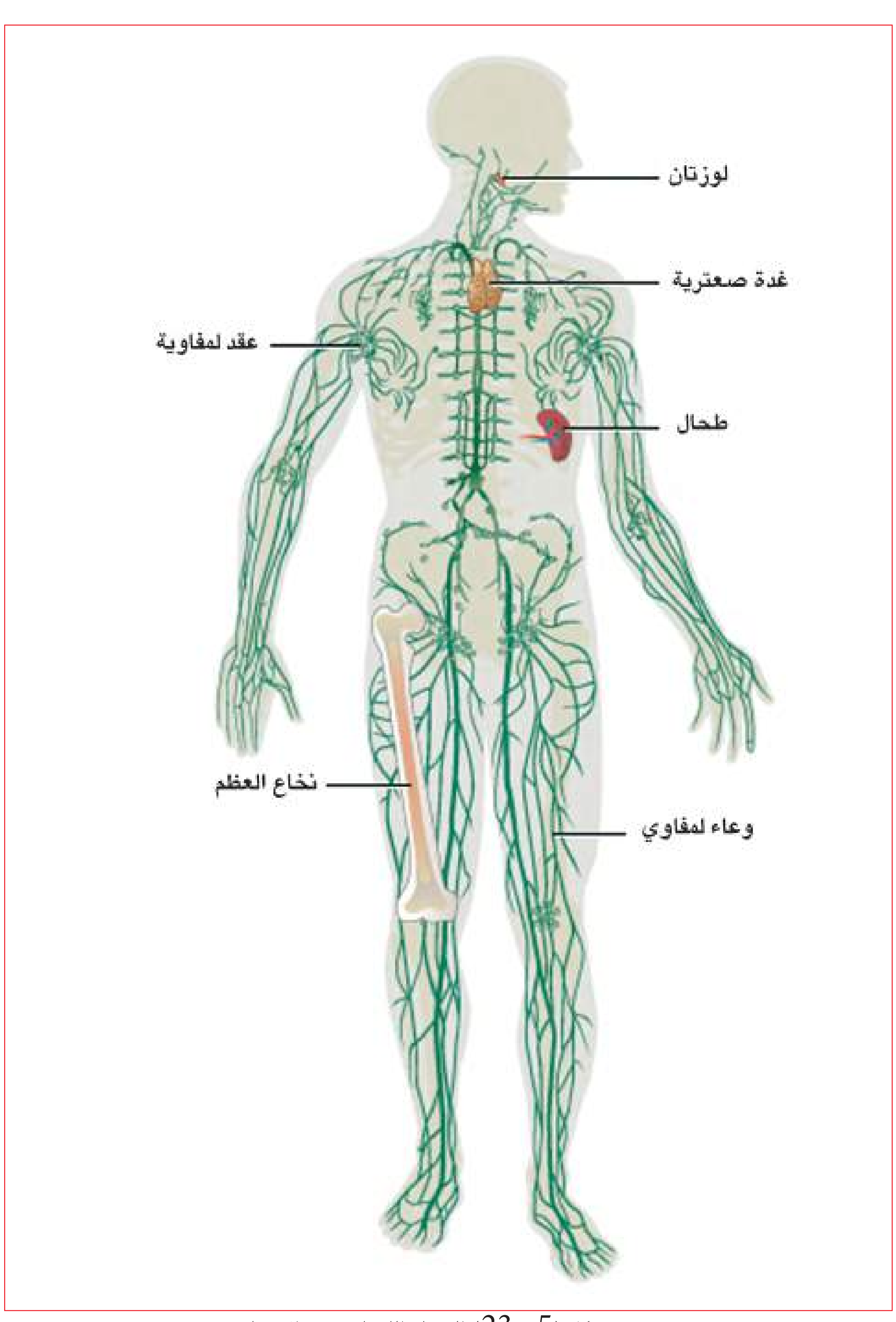
يتكون الجهاز اللمفاوي من اوعية لمفاوية واعضاء لمفاوية شكل (5-23) ولهذا الجهاز صلة وثيقة بالجهاز الوعائي الدموي، وهو ينجز اربع وظائف ذات صلة باتزان السوائل الجسمية وتتمثل بالآتي:

أ تقوم الشعيرات اللمفاوية (Lymphatic Capillaries) بامتصاص الزائد من السائل النسيجي واعادته الى مجرى الدم.

ب تقوم الشعيرات اللمفاوية في جدران الامعاء الدقيقة بامتصاص الدهون على شكل بروتينات دهنية وتنقلها الى مجرى الدم.

جـ يكون الجهاز اللمفاوي مسؤولاً عن انتاج وحماية وتوزيع الخلايا اللمفاوية (Lymphocytes).

د يساعد الجهاز اللمفاوي في الدفاع عن الجسم ضد الامراض.



شكل (5 – 23) الجهاز اللمفاوي في الانسان .

اولاً : الاوعية اللمفاوية (Lymphatic Vessels)

تمثل الاوعية اللمفاوية جهاز باتجاه واحد يبتدئ بـ :

أ) الشعيرات اللمفاوية (Lymphatic Capillaries) وهي عبارة عن اوعية دقيقة مغلقة النهاية تقوم بامتصاص ونقل السائل النسيجي الزائد الذي يحتوي على الاوكسجين والمغذيات وغير ذلك من المواد التي تمثل نواتج بلازمية وخلوية مثل الانزيمات والهرمونات والفضلات. والسائل الذي يوجد في هذه الاوعية يعرف باللمف (Lymph).

ب) تتصل او ترتبط الشعيرات اللمفاوية لتكون اوعية لمفاوية (Lymphatic Vessels) تكون اوسع قطراً واكبر حجماً من الشعيرات اللمفاوية.

جـ) تصب الاوعية اللمفاوية في قناتين لمفاويتين (Lymphatic Ducts) هما القناة الصدرية (Thoracic Duct)، او ما يعرف بالقناة اللمفاوية اليمنى (Right Lymphatic Duct)، وهذه القناة تعيد اللمف من الذراع الايمن والنصف الايمن للرأس. والعنق الى الوريد تحت الترقوي الايمن (Right Subclavian Vein) والقناة اللمفاوية الثانية هي القناة الاكبر وتقوم بجمع اللمف من انحاء الجسم تحت المنطقة الصدرية ومن الذراع الايسر والجانب الايسر للرأس والعنق وتصب في الوريد تحت الترقوي الايسر (Left Subclavian Vein). والاوعية اللمفاوية لها نفس خطة البناء التركيبي للاوعية الدموية وهي تحوي في بطانتها صمامات تسمح بالحركة باتجاه واحد (تسمح بمرور اللمف باتجاه واحد وتمنع عودته الى الخلف).

ثانياً : الاعضاء اللمفاوية (Lymphatic Organs):

تمتاز الاعضاء اللمفاوية باحتوائها على اعداد كبيرة من الخلايا اللمفاوية (Lymphocytes)، وهي نوع من خلايا الدم البيض، وتؤدي دوراً حيوياً في المناعة. وبشكل عام هناك نوعان من الخلايا اللمفاوية هي:

1- الخلايا اللمفاوية نوع (B) (B Lymphocytes –B cells) وهي تنشأ في نخاع العظم (Bone Marrow).

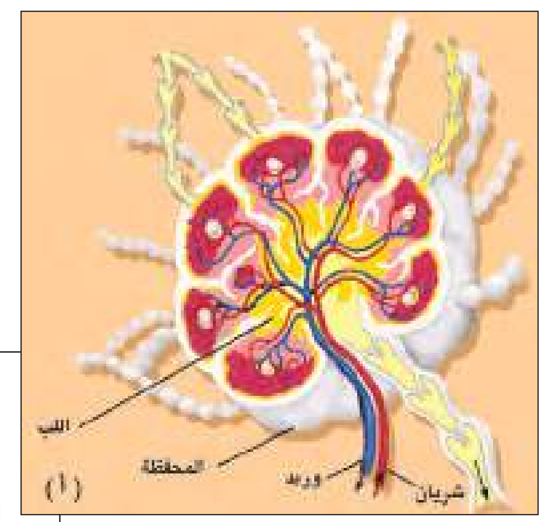
2- الخلايا اللمفاوية نوع (T) (T Lymphocytes– T cells) وتنشأ في الغدة الصعترية (Thymus Gland).

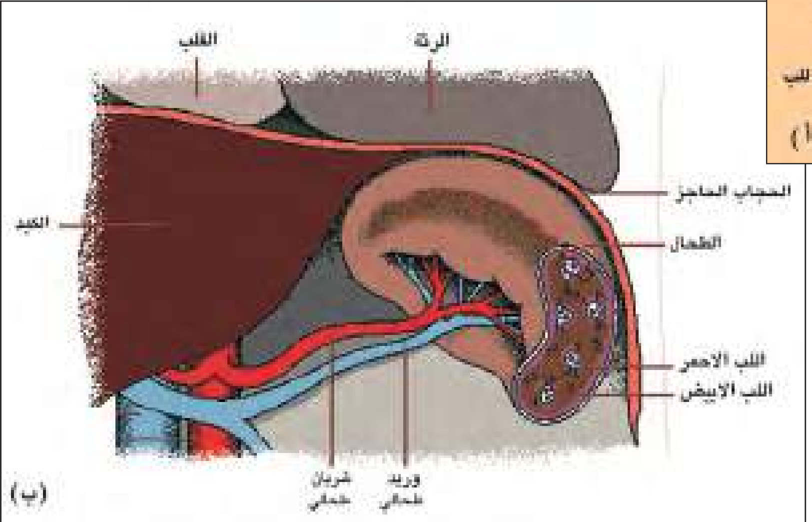
أ) نخاع العظم الاحمر (Red Bone Marrow): يتكون نخاع العظم الاحمر من شبكة من الياف النسيج الضام التي تدعم الخلايا الجذعية واصولها. والخلايا الجذعية هي المسؤولة عن تكوين خلايا الدم، وبعض هذه الخلايا يصبح من نوع خلايا الدم البيض المتمثلة بالخلايا العدلة، ، والحمضة ، والقعدة، والخلايا اللمفاوية ، والخلية الوحيدة (راجع مكونات او عناصر الدم في الجزء الخاص بالدم من هذا الفصل).

ب) الغدة الصعترية (Thymus Gland): تتموضع الغدة الصعترية في التجويف الصدري بين الرغامى والقص والى الجهة البطنية من القلب (شكل 5 –24). وهذه الغدة هي المسؤولة عن تكوين الخلايا اللمفاوية نوع (T). تنتج الغدة الصعترية هرمونات مثل الثايموسين (Thymosin) الذي يساعد في انضاج الخلايا اللمفاوية من نوع (T)، ولذلك فهذه الغدة مهمة بالنسبة للمناعة لدورها المهم في انضاج خلايا (T).

جـ) العقد اللمفاوية (Lymph Nodes): تتمثل العقد اللمفاوية بتراكيب صغيرة يتراوح قطرها بين (1–25ملم) وهي تنتشر في معظم انحاء الجسم في مسيرة الاوعية اللمفية دائماً ولاسيما في المناطق ما تحت الابط وفي الرقبة وعلى طول الاوعية الدموية الكبيرة وفي الصدر والبطن، (شكل 5 – 24).

د) الطحال (Spleen): يعد الطحال أكبر الاعضاء اللمفاوية وهو يقع بين المعدة والكلية اليسرى والحجاب الحاجز، ويحاط بمحفظة مكونة من نسيج ضام كثيف يحتوي على بعض الألياف العضلية الملساء.
ويمتد من المحفظة عدد من الحويجزات إلى داخل العضو لتقسمه الى فصيصات (Lobules) وتمتلىء المسافات ما بين الحويجزات بنسيج لمفي يدعى اللب الطحالي ويتمثل باللب الأبيض واللب الأحمر (شكل 5 – 24).





شكل (5–24) الاعضاء اللمفاوية
(أ) عقدة لمفاوية، (ب) الطحال.

لماذا سمي باللب الابيض واللب الاحمر ؟

حاول عزيزي الطالب ان تجد الاجابة من مصادر غير كتابك المدرسي

تعريف ببعض المصطلحات التي وردت في الفصل (للإطلاع)

Agranulocyte	=	خلية دم لامحببة أو لا حبيبية
Atrium	=	الأذين (أذين القلب) أحد ردهات القلب في الفقريا ت
Atrioventiculare Valve	=	الصمام الأذيني البطيني :صمام في القلب يوجد بين الأذين والبطين وينظم مرور الدم بأتجاه واحد (من الأذين الى البطين) ويمنع عودة الدم الى الخلف.
Bicuspid Valve	=	صمام ثنائي الشرفات أو الصفائح: صمام يوجد في القلب بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر وهو ينظم مرور الدم بأتجاه واحد ويمنع عودته الى الوراء ويطلق عليه بالصمام التاجي.
B cell	=	الخلية ب نوع من الخلايا اللمفاوية التي تلعب دورا مهما في التحسس المناعي.
Basophils	=	خلايا الدم البيض القعدة، ونسبتها في دم الأنسان قليلة تتراوح بين 0،5 -1%
Bone Marrow	=	نخاع العظم هو نسيج مسؤول بصورة اساسية عن تكوين خلايا الدم الحمر والبيض الحبيبية (المحببة)والصفيحات الدموية.
Blood Platelets	=	الصفيحات الدموية اقراص بروتوبلازمية صغيرة عديمة اللون وخالية من النواة وهي توجد في دم الثدييات ويقابلها في الفقريات الواطئة خلايا مغزلية الشكل تحتوي نواة وتكون اكبر حجما وتدعى بخلايا التخثرات أو التجلط.
Capillaries	=	الشعيرات الدموية.
Casparin Strip	=	شريط كاسبر من مادة غير مرشحة (منفذة) للماء يوجد قرب الدائرة المحيطية في الجذر.
Endocardium	=	الشغاف : الطبقة الداخلية لجدار القلب.
Endothelium	=	بطانة: نسيج ضهاري حرشفي بسيط يبطن الأوعية الدموية والقلب.
Eosinophils	=	خلايا الدم البيض الحمضية : خلايا الدم البيض التي توجد في الدم بنسبة قليلة مقارنة بالخلايا العدلة ، وهي تتقبل الملونات الحامضية.

Epicardium = النخاب : الطبقة الخارجية لجدار القلب.

Intercalated Discs = الأقراص البينية وهي مناطق متخصصة لربط الوحدات الخلوية (الألياف العضلية) بعضها ببعض ، وبذا فهي مناطق التصاق الخلايا أو الألياف القلبية.

Leukocytes = خلايا الدم البيض: خلايا دموية تحتوي على النواة ولها القابلية على الحركة الأميبية.

Monocytes = الخلايا الوحيدة: خلايا الدم البيض غير المحببة وهي أكبر خلايا الدم ، ونسبتها تصل الى 8 % من مجموع خلايا الدم البيض.

Mycardium = عضل القلب: الطبقة الوسطى من جدار القلب، وهي طبقة من العضلات القلبية وتكون سميكة في البطينين ورقيقة في الأذينين.

Neutrophils = خلايا الدم البيض العدلة : خلايا الدم البيض الأكثر شيوعا في دم الفقريات.

Pericardium = التامور (ما يحيط بالقلب)

Plasma = البلازما: سائل ضعيف القاعدية متجانس يمكن الحصول عليه بترشيح الدم ويكون بلون أصفر فاتح.

Prothrombin = البروثرومبين (طليعة الخثرين).

Pulmonary Circulation = الدورة الرئوية.

Pulmonary Valve = صمام رئوي : صمام يوجد عند مداخل الشريان الرئوي ينظم مرور الدم من القلب الى الشريان الرئوي ويمنع عودته الى القلب.

Semilunar Valve = الصمامات نصف الهلالية: صمامات تنظم مرور الدم من القلب الى المخروط الشرياني في عدد من الفقريات.

T cells = خلايا T : نوع من الخلايا اللمفاوية وهي مهمة جدا في التحسس المناعي الخلوي.

اسئلة الفصل الخامس

س1 ضع علامة (✓) جنب العبارة الصحيحة وعلامة (✗) جنب العبارة الخاطئة ثم صحح الخطأ ان وجد:

1- يقوم جهاز الدوران بتوزيع الماء والايونات والكثير من مكونات سوائل الجسم.

2- يتم الانتشار في الاحياء وحيدة الخلية من مناطق التركيز العالي للمادة الى مناطق التركيز الواطيء وتتم عملية النقل الفعال بنفس الآلية.

3- تتم حركة الماء الى اعلى النبات بخطوتين هما: النتح وسحب الماء من الجذور.

4- ان قوة الجاذبية تعيق حركة الماء الصاعد لذلك كل عمود له حجم وينكسر هذا العمود تحت قوة الجاذبية مالم تكن هناك قوة هائلة تحمله الى الاعلى.

5- تحتوي عصارة اللحاء مركبات عضوية ومعادن وماء.

6- توضح نظرية انسياب الضغط توزيع نواتج البناء الضوئي، حيث تتم حركة نواتج البناء الضوئي تحت تاثير الضغط.

7- تقسم الحيوانات تبعاً لجوف الجسم الى ثلاث انواع هي: عديمة الجوف ، كاذبة الجوف وحقيقية الجوف.

8- يكون جهاز الدوران في الجرادة ودودة الارض من النوع المفتوح.

9- تكون الدورة الدموية في جميع الاسماك والبرمائيات مفردة في حين تكون مزدوجة في الزواحف والطيور واللبائن.

10- يتكون جدار الاوعية الدموية من ثلاث غلالات هي: الغلالة الداخلية والغلالة المتوسطة والغلالة الخارجية.

س2 عرف ما يأتي:

(1) الاوردة التاجية (2) الشريان الجوفي (3) بلازما الدم (4) الصفيحات الدموية (5) ضغط الدم

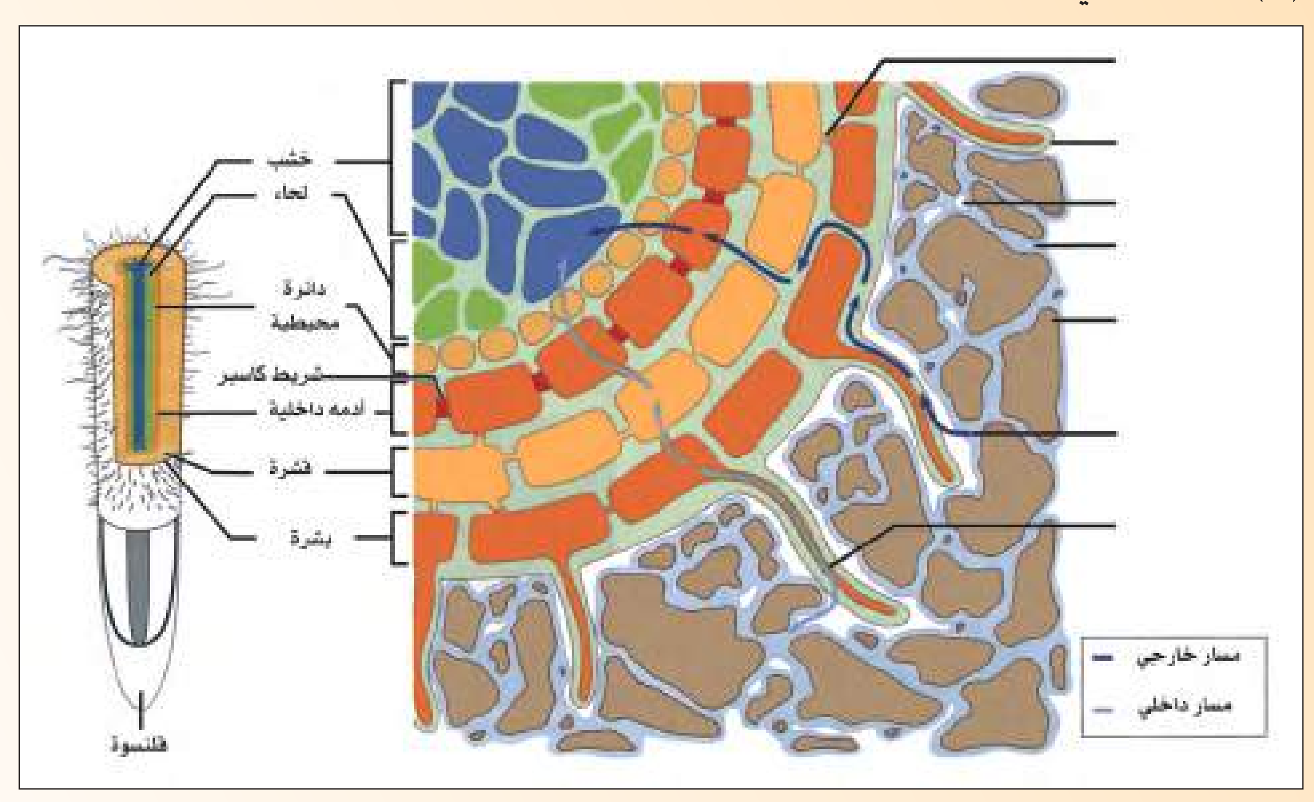
س3 اجب عن كل مما يأتي :

(1) ما هي انواع الاوعية اللمفاوية عددها وعرف كل منها.

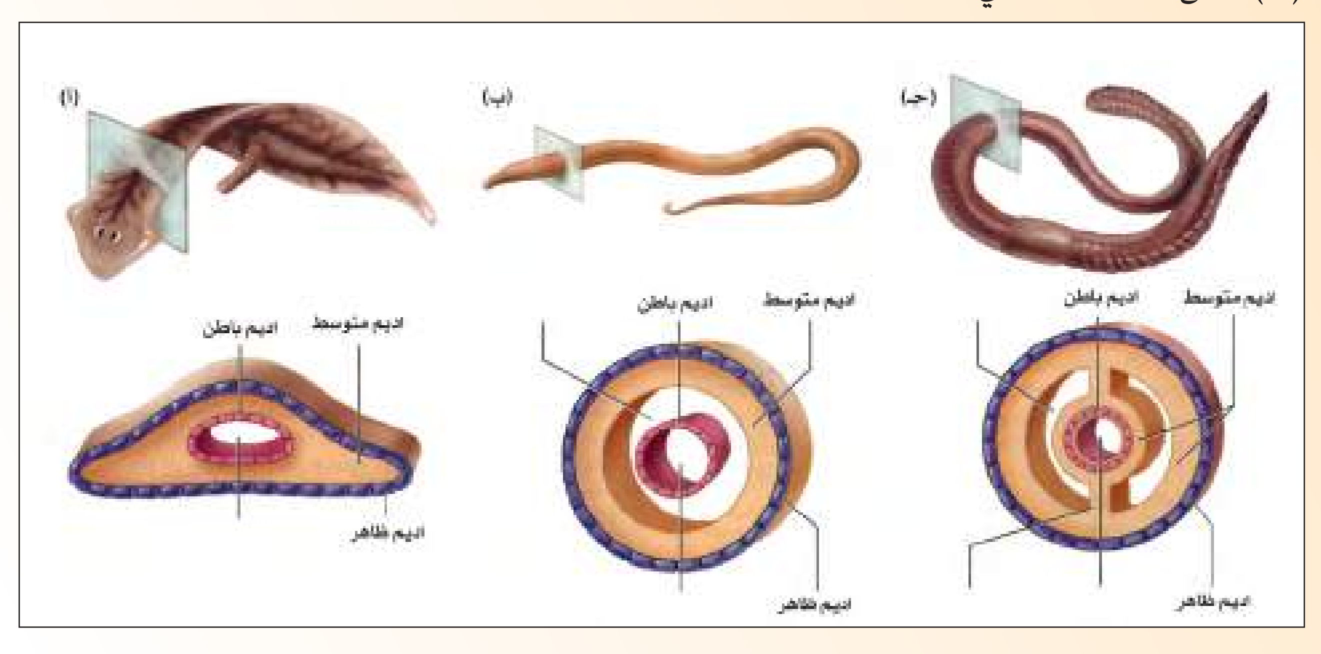
(2) قارن بين الشريان والوريد من الناحية التركيبية.

س4 اكمل تأشيرات الرسوم او المخططات التالية :

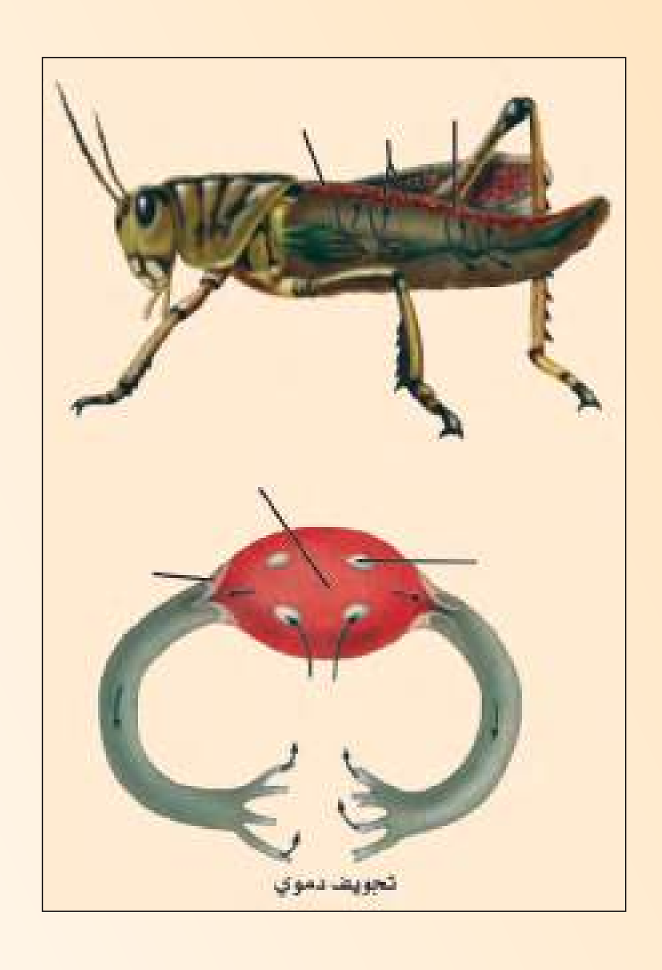
(1) مسار الماء في اللحاء



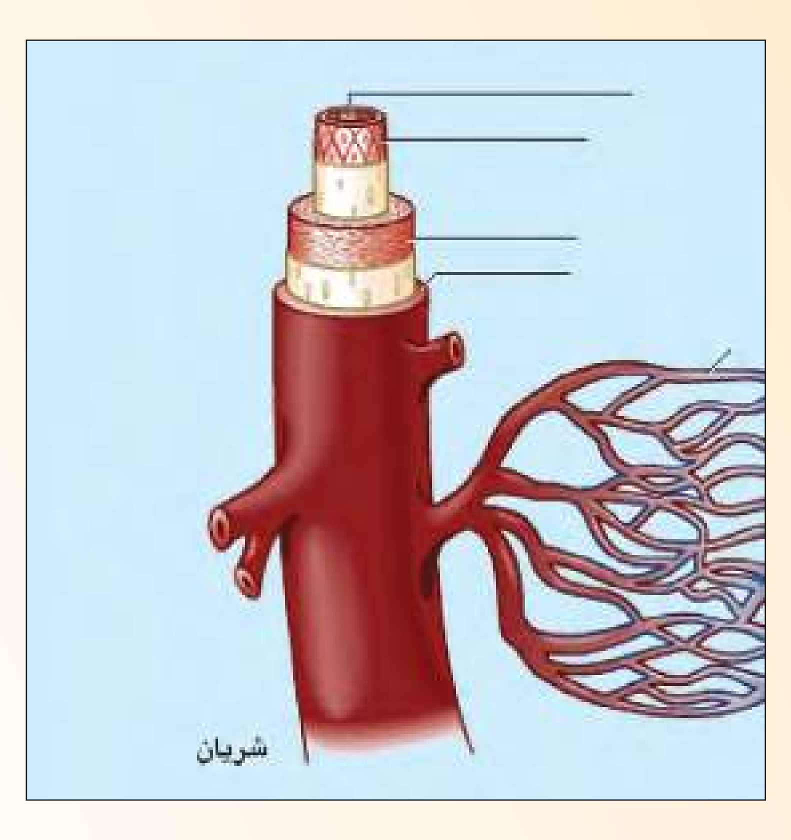
(2) انواع الجوف الجسمي المختلفة



(3) الدورة الدموية في الجرادة



(4) طبقات جدار الشريان





الفصل السادس 6

التنسيق العصبي والاحساس
(Nervous Coordination and Sensations)

المحتويات

1-6	مقدمة
2-6	الاحساس في الاحياء وحيدة الخلية
3-6	الاحساس في النباتات
4-6	التنسيق العصبي والاحساس في الحيوانات
5-6	اعضاء الحس عند الحيوانات
	أسئلة الفصل

النواتج التعليمية

يكون الطالب قادراً على أن:

1- يعدد انواع المنبهات في الاحياء وحيدة الخلية.

2- يعرف البقعة العينية في اليوغلينا.

3- يعلل عدم وجود اليوغلينا في البيئة التي تصلها اشعة الشمس المباشرة.

4- يتمكن من توضيح تأثير المنبهات المختلفة في الاحياء وحيدة الخلية.

5- يشرح الاحساس في النباتات من خلال توضيح سلوكيات النباتات تجاه المنبهات المختلفة.

6- يعرف العصبونة (الخلية العصبية) ويبين انواعها.

7- يرسم الخلية العصبية ويؤشر الاجزاء عليها

8- يعرف الحافز العصبي

9- يوضح مفهوم قانون او ظاهرة الكل او اللاشيء

10- يشرح خطوات انتقال الحافز العصبي خلال الليف العصبي

11- يعرف التشابكات العصبية ويبين انواعها

12- يشرح تطور الجهاز العصبي في اللافقريات

13- يبين انواع التحسسات في اللافقريات المختلفة

14- يوضح التطور التركيبي للجهاز العصبي في الفقريات ويقارنه مع ما موجود في اللافقريات

15- يعرف انواع الحواس في الفقريات .

16- يفهم ميكانيكيات الفعل لكل حاسة.



التنسيق العصبي والاحساس
(Nervous Coordination and Sensations)

6-1. مقدمة

نشأ الجهاز العصبي عن احد الخواص الاساسية للبروتوبلازم وهي خاصية الحساسية، إذ تستجيب الخلايا الى المنبهات كل بطريقتها الخاصة، وهناك خلايا تخصصت بدرجة كبيرة لاستقبال المنبهات، وتوصيل السيالات العصبية الى اجزاء الجسم المختلفة وتشكل هذه الخلايا في الجسم شبكة اتصالات واسعة تمثل اكثر اجهزة الجسم تعقيداً.

ان الفكرة الاساسية للجهاز العصبي هي ترجمة المعلومات المتعلقة بالحس وتوصيلها الى مناطق الجهاز العصبي المركزي، إذ تتحول الى فعل مناسب، وهذه العمليات اما ان تكون افعالاً انعكاسية، او طرزاً سلوكية آلية، او ادراكاً شعورياً.

وسوف نحاول في هذا الفصل التعرف على الخلايا العصبية (العصبونات) (Neurons)، كونها تمثل العناصر الاساسية الوظيفية للجهاز العصبي، كما سنتناول تطور الاجهزة العصبية والتنسيق العصبي فضلاً عن دراسة اعضاء الحس وميكانيكيتها الوظيفية.

2-6. الاحساس في الاحياء وحيدة الخلية

لاتمتلك الاحياء وحيدة الخلية (الطليعيات) اجهزة عصبية او اعضاء حس متخصصة الا انها يمكن ان تظهر تحسساً واستجابة لبعض المنبهات المتمثلة بالآتي:

أ المنبهات الضوئية

ب المنبهات الميكانيكية

جـ المنبهات الكيميائية

د المنبهات الحرارية

1- الاحساس في اليوغلينا:

تعد اليوغلينا من الطليعيات التي تتحسس الضوء بشدة وهي عادة تسبح في بيئتها بعيداً عن ضوء الشمس المباشر، حيث ان ضوء الشمس المباشر يقتلها لو تعرضت له لفترة طويلة ويعتقد ان الاشعة فوق البنفسجية هي السبب في ذلك فكما هو معروف فإن الاشعة فوق البنفسجية قاتلة لمعظم الاحياء الصغيرة، ولابد من الاشارة الى ان اليوغلينا تستجيب لضوء الشمس نظراً لاهميته في عملية البناء الضوئي حيث تقوم اليوغلينا بعملية البناء الضوئي لوجود صبغة الكلوروفيل في اجسامها.

تمتلك اليوغلينا تراكيب خاصة تتعامل مع الضوء حيث تمتلك بقعة حمراء حساسة للضوء تسمى البقعة العينية (Eye Spot)، فضلا عن وجود جسم مستلم للضوء (Photoreceptor) وكلاهما يقعان في مقدمة الجسم لكي يجنبان اليوغلينا الدخول في مناطق تصلها اشعة الشمس المباشرة او المناطق المعتمة وبالتالي يتم اختيار المناطق التي تصلها اشعة الشمس غير المباشرة (شكل 6-1).

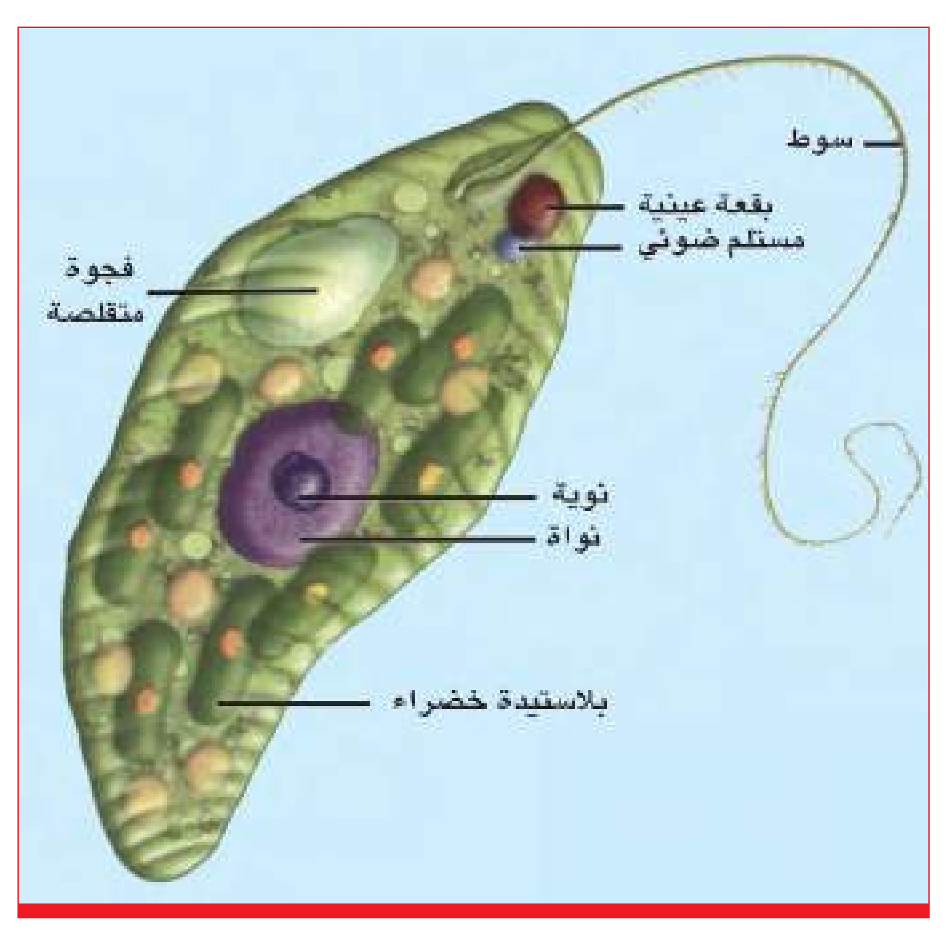
أضف إلى معلوماتك

1- المستقبلات الحسية هي عصبونات او خلايا ظهارية متخصصة، يمكنها الكشف والرد على الحوافز لتمكن الحيوان من التعامل مع بيئته.

2- تصنف المستقبلات الحسية بوساطة او تبعاً لنوع الطاقة الكاشفة كأن تكون كيميائية ضوئية ، أو ميكانيكية.

3- المستقبلات الكيميائية تمكن اللافقريات من الكشف عن الغذاء والخطر المداهم لغرض الهرب فضلاً عن الاتصال.

4- المستقبلات الميكانيكية تتحسس الصوت والحركة واللمس وهي تجهز الحيوان بالعديد من التحسسات وتساعده في صيانة التوازن



شكل (6-1). اليوغلينا ويتضح فيها موقع البقعة العينية والمستلمات الضوئية.

2- الاحساس في البراميسيوم:

يستجيب البراميسيوم للمنبهات المختلفة في الوسط الذي يعيش فيه بشكل سريع، والبراميسيوم وكما هو الحال في اليوغلينا يتجنب اشعة الشمس المباشرة حيث تكون الاشعة فوق البنفسجية مهلكة له، وعموماً فإن البراميسيوم لا يستجيب للضوء المرئي الاعتيادي.

تكون استجابة البراميسيوم للمنبهات الميكانيكية اما موجبة عندما يكون بتماس مع جسم صلب يمثل غذاءً له، او تكون الاستجابة سالبة عندما يكون الجسم الصلب غير ذي اهمية غذائية.

يستجيب البراميسيوم اما ايجابياً او سلبياً للمنبهات الكيميائية فتكون ايجابية قوية عندما يكون المنبه ممثلاً لمادة غذائية وفي هذه الحالة فإن قوة الاستجابة السلبية للمنبهات الكيميائية وهي الاخرى تكون دقيقة وسريعة لكي يتحاشى البراميسيوم التأثيرات السلبية للمادة الكيميائية.

هل تعلم ؟

1- ان الاجهزة الحسية تستخدم لاستقبال محفزات خاصة وتكون متكيفة لبيئة الحيوان.

2- ان الاجهزة الحسية قادرة على جعل الحيوان يستلم المؤثرات البيئية المهمة ويتفاعل معها لتصبح وسيلة لبقائه.

وتكون الاستجابة للمنبهات الحرارية لدى البراميسيوم سريعة، فكما هو معروف فإن درجة حرارة الوسط الذي يعيش فيه البراميسيوم المثالية تقع بين 24–28 درجة سيليزية، واذا تعدت حرارة الوسط هذا المدى فإن البراميسيوم سوف يقوم بحركة سباحة قوية وعشوائية لحين وصوله الى موقع تكون درجة الحرارة فيه ضمن المدى سابق الذكر.

3- الاحساس في الاميبا:

تستطيع الاميبا ان تحدد ما هو نافع لها وما هو ضار من خلال الاستجابات الايجابية والسلبية للمنبهات المختلفة، فهي تستجيب سلبياً للضوء الشديد (المنبهات الضوئية) في حين تكون استجاباتها ايجابية للضوء الخافت، وعندما ترتطم الاميبا بالاجسام الصلبة (المنبهات الميكانيكية) تكون استجابتها سالبة عندما يكون المنبه قوياً بالشكل الذي يؤثر في جسمها وموجبة عندما يكون المنبه ضعيفاً مثل الغذاء او عند تماس القدم الكاذب للاميبا بقاع الوسط الذي تعيش فيه.

تكون استجابة الاميبا للمنبهات الكيميائية سلبية تجاه العديد من المواد الكيميائية وايجابيه للمنبه الكيميائي الغذائي ويعتقد ان استجابتها للمنبهات الكيميائية تمثل وسيلة للاستشعار البعيد للغذاء.

3-6. الاحساس في النباتات

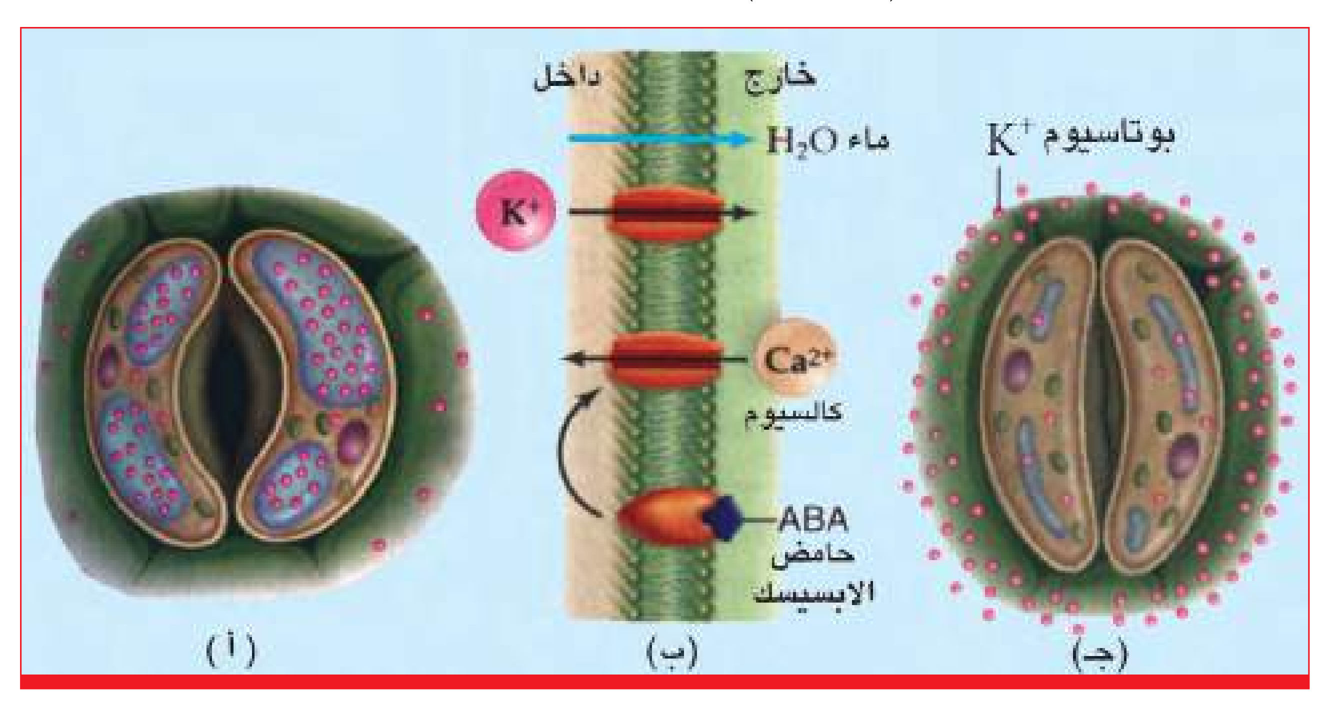
لا تمتلك النباتات جهازاً عصبياً ولا اعضاء حس متخصصة، والتنسيق بين اجزاء النبات المختلفة يتم بشكل رئيسي بطرق كيميائية وفيزيائية مباشرة، والخلايا النباتية تظهر حداً معيناً من التنبه، وينتقل هذا التنبه بمعدل يختلف باختلاف الخلايا، وبشكل عام فإن الخلايا النباتية تنقل التنبه بمعدلات بطيئة.

تتحسس النباتات العديد من المنبهات منها ماهو ضوئي او جذبي اولمسي (ميكانيكي)، وتستجيب لهذه المنبهات من خلال عمليات الانتحاء (Tropisms) والتي تتضمن الانتحاء الضوئي (Phototropism)، والانتحاء الجذبي (Gravitropism)، والانتحاء اللمسي (Thigmotropism)، وتتباين هذه الانتحاءات من نبات الى آخر في الاسلوب والشدة (راجع الفصل الخاص بالحركة من هذا الكتاب).

كما تتحسس النباتات المنبهات الكيميائية على نحو كبير وتستجيب لها بأساليب مختلفة تتضمن انواع الانتحاءات المذكورة في اعلاه وغير ذلك من الاستجابات وعلى سبيل المثال نجد ان السايتوكاينين (Cytokinin) وهو هرمون نباتي ينشط او يعزز عمليات الانقسام الخلوي في النباتات ويحفز النمو ويمنع او يؤخر وصول النبات الى حالة الهرم (Senescence)، ولقد وجد ان التفاعل بين هذا الهرمون والاوكسينات (Auxin) بمعدلات مختلفة يؤثر في عمليات التمايز في الانسجة النباتية المختلفة.

ولقد اثبتت تجارب الزراعة النسيجية ان التفاعل بين السايتوكينين والاوكسين يؤثرفي عمليات التمايز خلال عملية التكوين في نبات التبغ وكانت التأثيرات تتلخص في كونها سلبية في بعض النسب وايجابية في اخرى.

حامض الابسيسك (Abscisic Acid -ABA-) يمثل احد المركبات التي يتحسس منها النبات فهو يعزز الكمون او السبات في البراعم والبذور، وهو يثبط التنفس ويكون مسؤولاً عن غلق الثغور وبالتالي تقليل النتح والمحافظة على الورقة من الجفاف (شكل 6−2).



شكل (6−2). سيطرة حامض الابسيسك على غلق وفتح الثغور. (أ) ارتفاع او زيادة تركيز ايون البوتاسيوم (K^+) داخل الخلايا الحارسة يؤدي الى فتح الثغور، (ب) حامض الابسيسك يؤدي الى فتح القنوات الايونية بضمنها تلك الخاصة بأيون الكالسيوم (Ca^{2+})، (جـ) مع فقدان أيون البوتاسيوم $K+$ والماء الموجود تغلق الثغور والخلايا الحارسة.

غاز الاثيلين (C_2H_4) له تأثيرات ضارة في النباتات إذ يتحسس منه النبات، وقد كان مزارعو البرتقال سابقاً يقومون بأنضاج خزينهم من البرتقال بتسخينه، وفيما بعد تبين للباحثين ان النضج يرجع الى الاثيلين المنطلق من المدافئ الزيتية المستعملة في تسخين البرتقال.

ان احد التأثيرات الضارة للاثيلين هو تحفيزه لسقوط الاوراق، فمع وجود الاثيلين تبدأ سويقات الورقة بالانحناء على الساق نحو الاسفل بطريقة متميزة (شكل 6−3).



شكل (6−3) تأثير الاثيلين في الحالة الاعتيادية عند وضع غصن نباتي في دورق زجاجي موجود تحت اناء زجاجي ولمدة اسبوع لايحصل سقوط للاوراق، ولكن عند وضع تفاحة ناضجة تحت الاناء وانتاج الاثيلين فأن الاوراق جميعها تتساقط.

4-6. التنسيق العصبي والاحساس في الحيوانات

يعد الجهاز العصبي في الحيوانات من اكثر اجهزة الجسم تعقيداً، والنسيج العصبي وخلافاً للانسجة الاخرى ليس محدداً بمساحة صغيرة من الجسم فالخلايا العصبية تنتشر في كل انحاء جسم الحيوان.
والخلايا العصبية متخصصة في دورها المتضمن نقل المعلومات لمسافات طويلة، ويبدو هذا واضحاً حتى عندما ننظر الى تركيب خلية مفردة.

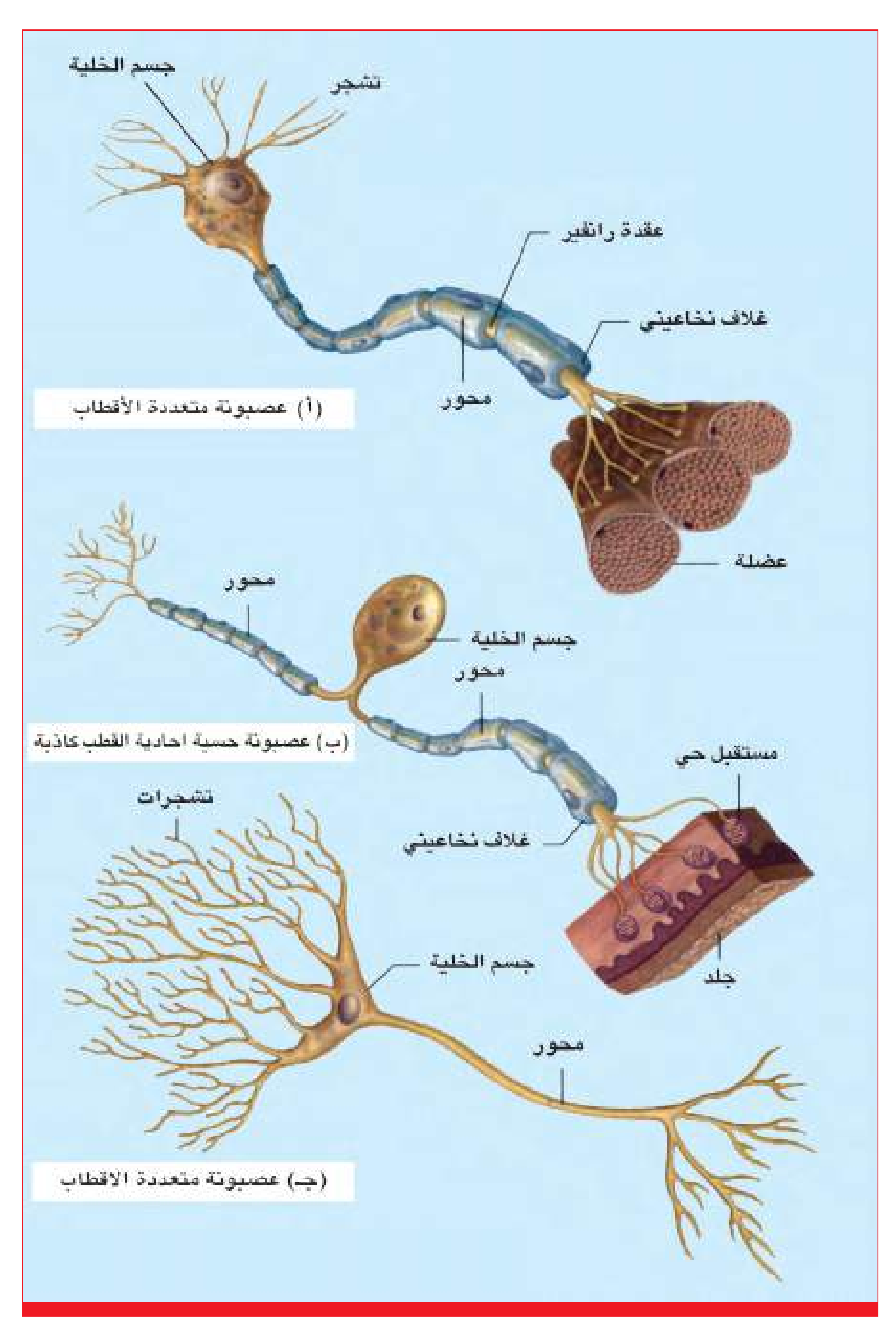
1-4-6. الخلية العصبية (العصبونة) Neuron:

تمثل الخلية العصبية الوحدة الوظيفية للجهاز العصبي وهي تتألف من جسم الخلية ولواحقها (بروزاتها)، وللخلايا العصبية اشكال تختلف بأختلاف موقعها ووظيفتها (شكل 6-4).
ولجميع الخلايا ما عدا ابسط انواعها تشجرات (Dendrites) سايتوبلازمية كثيرة تمثل في الوقت نفسه جهاز استقبال الخلية للمعلومات من مصادرها العديدة المتباينة والتي قد تكون محفزة او مثبطة.
والخلية العصبية ذات نواة ولها محور (Axon) وحيد عبارة عن ليف طويل قد يتجاوز طوله اكثر من متر في الثدييات، ويكون المحور منتظم القطر نسبياً ويقوم بتوصيل الحوافز من جسم الخلية العصبية، وقد تكون محاور الخلايا العصبية محاطة بغلاف نخاعيني عازل كما هو الحال في الفقريات واللافقريات العليا.

تنقسم الخلايا العصبية الى:

1. خلايا واردة (Afferent) او حسية (Sensory).
2. خلايا صادرة (Efferent) او حركية (Motor).
3. خلايا عصبية بينية (Interneurons)، وهذه ليس لها وظيفة حسية او حركية وانما تتركز وظيفتها في الربط بين الخلايا العصبية الاخرى وهي تمثل 99٪ من مجموع الخلايا العصبية في جسم الانسان.

ويحيط بالخلايا العصبية خلايا دبقية (Neuroglia) وهي خلايا غير عصبية لكنها ذات علاقة خاصة بالخلايا العصبية، وهي توجد بكثرة في مخ الحيوانات الفقرية.



شكل (4-6) الخلية العصبية. (أ) عصبونة متعددة الاقطاب حركية، (ب) عصبونة حسية احادية القطب كاذبة، (جـ) عصبونة متعددة الاقطاب حسية.

6-4-2. انتقال الايعاز العصبي (Transmission of the nerve Impulses):

لكي نفهم ميكانيكية انتقال الايعاز العصبي لابد من التعرف على الاليات التالية:

- أ توَلد الايعاز العصبي
- ب انتقاله على امتداد الليف العصبي
- جـ انتقاله بين خليتين عصبيتين

يعرف الحافز العصبي بأنه رسالة عصبية كهروكيميائية، وهو يمثل الاساس الوظيفي لجميع انشطة الجهاز العصبي.

وبالرغم من كون الجهاز العصبي في الفقريات الراقية على درجة عالية من التعقيد، فإن جميع الحوافز العصبية تكون متشابهة في جميع انواع الاعصاب وفي جميع الحيوانات، والحوافز العصبية اما ان تظهر فاعليتها كلية او تكبح تماماً، وهذا ما يعرف بظاهرة او قانون الكل او اللاشيء (All or none law) وهو يعني احد امرين اما ان يقوم الليف العصبي بتوصيل الحافز العصبي، او لا يقوم بالتوصيل وليس هناك امراً وسطاً، وتكون جميع الحوافز العصبية متماثلة فإن الاسلوب الوحيد الذي ينوع به الليف العصبي تأثير هذه الحوافز على الانسجة التي يغذيها الليف عصبياً يتم بالتحكم في تغير تردد توصيل الحافز العصبي.

ويمكن ايجاز عملية مرور الحافز العصبي في الليف العصبي بالخطوات التالية (شكل 6–5).

أضف إلى معلوماتك

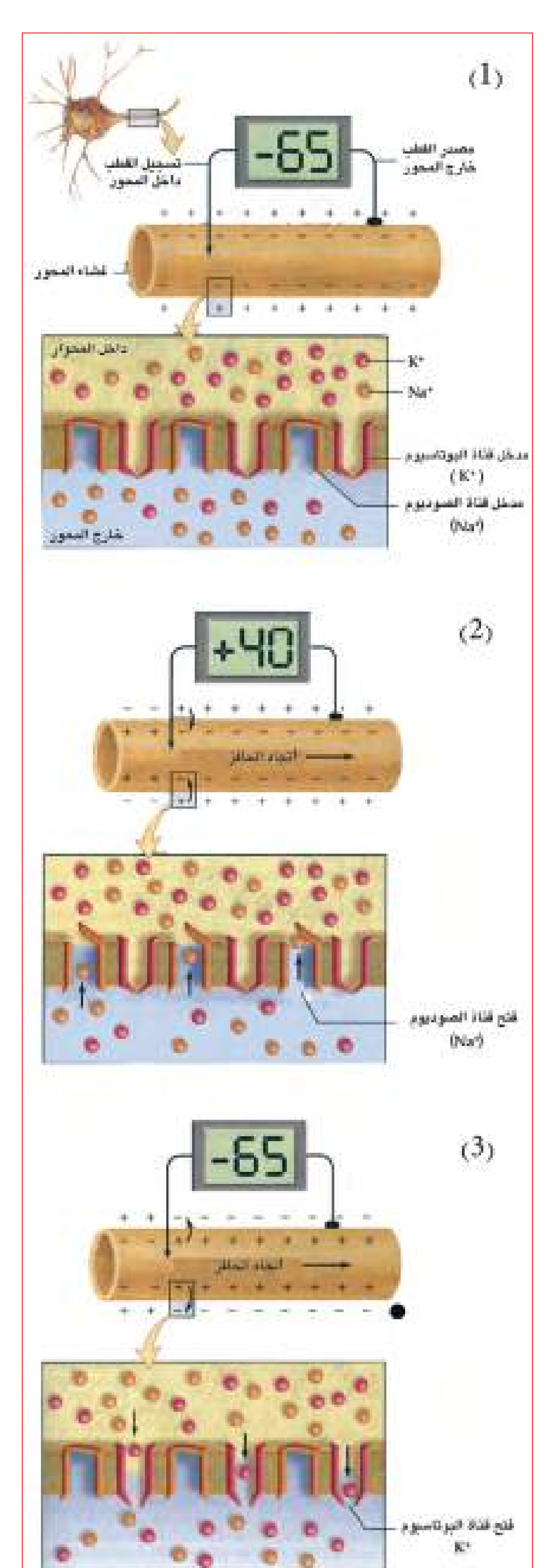
تحصل عملية ازالة الاستقطاب عندما تفتح مداخل ايونات الصوديوم (Na^+) وتتحرك ايونات الصوديوم الى داخل المحور وتستمر هذه العملية لحين وصول فرق الجهد الفعال الى اقصى مدى له وعندئذ تعود نفاذية ايون الصوديوم الى طبيعتها وتزداد نفاذية ايون البوتاسيوم.

1- جهد الراحة (Resting Potential):

ان السائل الذي يحيط بالخلايا العصبية في وقت الراحة يحتوي على تركيزات عالية نسبيا من ايونات الصوديوم (Na^+)، والكلوريد (Cl^-)، بينما يحتوي على تركيز منخفض من ايون البوتاسيوم (K^+)، اما داخل الخلية العصبية فان هذه النسبة تنعكس، إذ يزيد تركيز ايون البوتاسيوم ويقل تركيز ايوني الصوديوم والكلوريد، وقد يصل ايون الصوديوم خارج الخلية الى مايقرب من عشرة اضعاف تركيزه داخل الخلية ، بينما

يصل تركيز البوتاسيوم داخل الخلية الى اكثر من 25-30 ضعفا قدر تركيزه الخارجي.

يكون غشاء الخلية في فترة الراحة منفذاً بطريقة اختيارية لايونات البوتاسيوم (K^+) التي تمر بسهولة عبر الغشاء عن طريق قنوات ايونية خاصة الى داخل المحور، اما نفاذية الصوديوم فتقترب من الصفر، وذلك لان قنوات الصوديوم تكون مغلقة عندما يكون غشاء الخلية في مرحلة راحة. ان مقياس الفولطية يسجل في هذه المرحلة تغيرات تشير الى ان غشاء المحور له جهد راحة (65- ملي فولط) (شكل 6-5 (1)).



شكل (6-5) جهد الراحة وجهد الفعل لغشاء المحوار. (1) جهد الراحة (2) جهد الفعل (3) نهايات جهد الفعل (للاطلاع).

2- **جهد الفعل** (Action Potential):

في هذه المرحلة تحصل عملية ازالة استقطاب عندما تفتح مداخل قنوات الصوديوم ويتحرك الصوديوم الى داخل المحور، وحينما يصل فرق الجهد الفعال الى اقصى مدى له فإن نفاذية ايونات الصوديوم تعود الى طبيعتها وتزداد نفاذية البوتاسيوم لفترة قصيرة فوق مستوى الراحة، ويؤدي ذلك الى عودة فرق الجهد بسرعة للغشاء الى مستواه في حالة جهد الراحة (شكل 6-5 (2)).

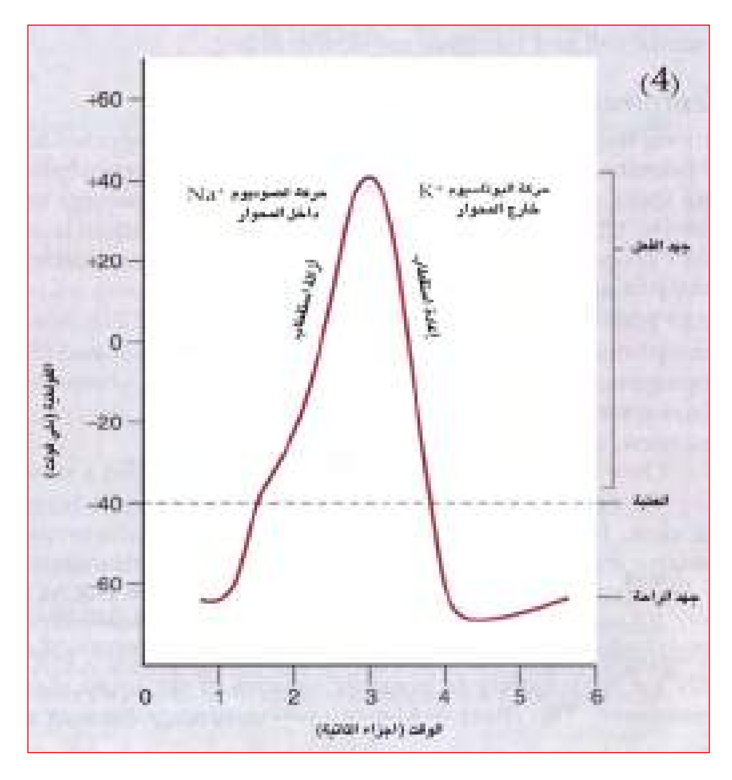
3- **نهايات جهد الفعل** (Action Potential Ends):

تحصل في هذه المرحلة اعادة استقطاب عندما تفتح مداخل البوتاسيوم (k^+) وتتحرك ايونات البوتاسيوم الى خارج المحوار (شكل 6-5 (3)).

ويمكن توضيح جهد الفعل بالمنحني في (شكل 6-6).

أضف إلى معلوماتك

تحتوي الخلية العصبية في المتوسط 100-200 مضخة صوديوم لكل ميكروميتر مربع من سطح الغشاء الخلوي ، و تستطيع كل مضخة منها عندما تعمل بطاقتها ان تنقل من 100-200 من ايونات الصوديوم و 130 من ايونات البوتاسيوم في الثانية تقريبا، حيث ان عدد ايونات الصوديوم الخارجة من المحوار اكبر من عدد ايونات البوتاسيوم الداخلة اليه، وتكون محصلة عمل مضخة الصوديوم هي تحرك خارجي لشحنات موجبة، و هذا يساعد في المحافظة على قطبية الغشاء الذي يحمل دائما شحنات موجبة على جانبه الخارجي .



شكل (6-6) منحني جهد الفعل حيث يتضح فيه ازالة الاستقطاب واعادته وما يترتب عليه من حركة للايونات (للاطلاع).

مضخة الصوديوم (The Sodium Pump)

تكون نفاذية غشاء الخلية لايونات الصوديوم في حالة الراحة منخفضة جدا، وعلى الرغم من ذلك فهناك تسرب لبعض هذه الايونات حتى في فترة الراحة. و في وقت النشاط تنساب ايونات الصوديوم الى داخل الخلية مع كل إيعاز عصبي (حافر عصبي) يمر، وعلى الرغم من ان كمية تلك الايونات صغيرة جداً فانه يبدو واضحا ان الانحدار الايوني سوف يختفي بشكل كامل مالم تعد ايونات الصوديوم مرة اخرى، و هذا يتم عن طريق مضخة الصوديوم، و هي عبارة عن وحدات معقدة من البروتين، والتي توجد مطمورة في غشاء محور الخلية العصبية، وتحتاج كل مضخة الى الطاقة المخزونة بشكل ادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) لكي تستطيع ايونات الصوديوم ان تنقل من داخل الغشاء الى خارجه، وتتزامن عملية ضخ ايونات الصوديوم الى الخارج مع عملية نقل ايونات البوتاسيوم الى الداخل، وعملية النقل او الاستبدال هذه ليست متكافئة، وذلك بمعنى انه في مقابل ثلاثة ايونات خارجة من الصوديوم ، يتم دخول ايونين من البوتاسيوم.

6-4-3. تطور الجهاز العصبي في الحيوانات

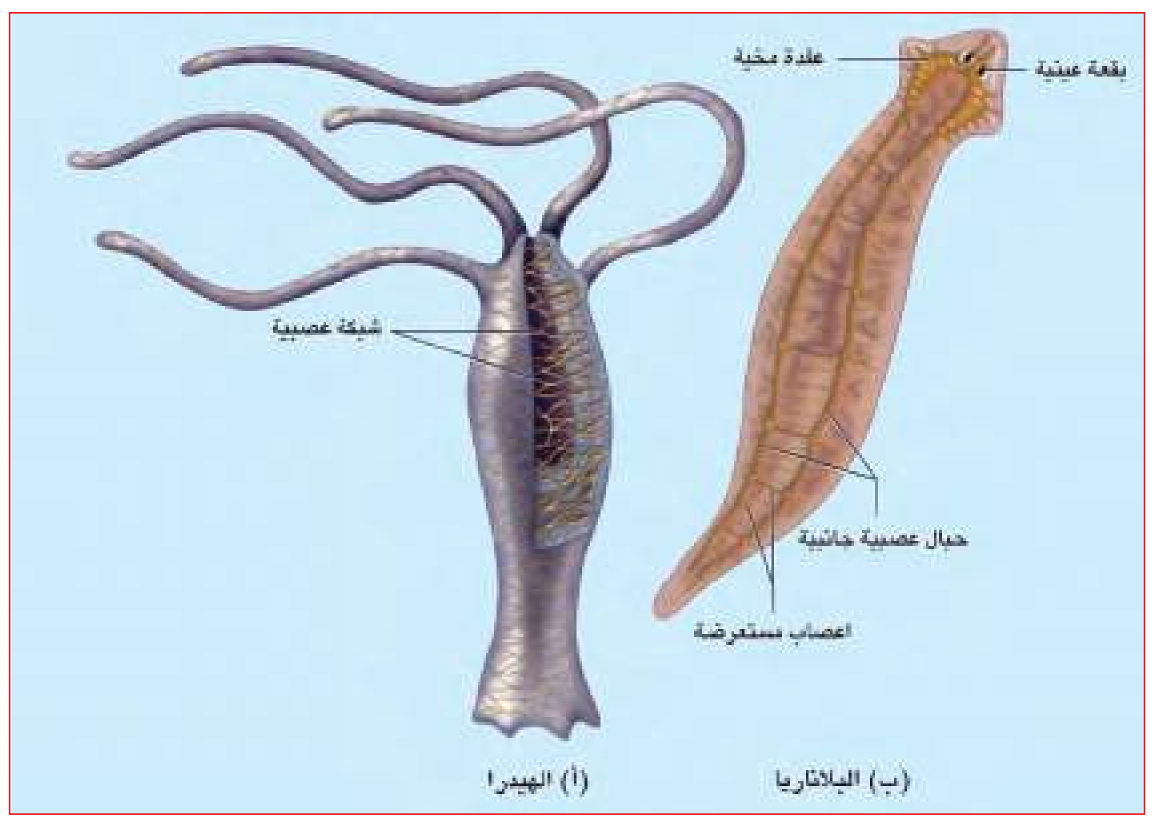
6-4-3-1. الجهاز العصبي في اللافقريات Nervous System in Invertebrates

تظهر الحيوانات اللافقرية تدرجاً مستمراً في تعقيد الجهاز العصبي. ويعد ابسط شكل من اشكال الجهاز العصبي هو الشبكة العصبية في اللاسعات مثل الهايدرا (شكل 6–7).

وبالرغم من بساطة الجهاز العصبي في الهايدرا فهو يعتبر انتقال الى حالة من التعقيد تمثل تطوراً عما هو عليه الحال في الاحياء وحيدة الخلية مثل الاميبا والبراميسيوم التي تفتقد الى الشبكة العصبية المنتظمة.

يتألف الجهاز العصبي في الهايدرا من شبكة عصبية (Nerve Net) تمتد في جميع انحاء الجسم بدءاً من المجسات في النهاية الامامية للجسم وحتى القاعدة (النهاية الخلفية للجسم) وتتكون هذه الشبكة العصبية من خلايا عصبية ثنائية القطب واخرى عديدة الاقطاب بدائية، بهيئة شبكة كثيفة متصلة ببعضها مع خلايا جدار الجسم (شكل 6–7).

يتألف الجهاز العصبي في الديدان المسطحة ومثالها دودة البلاناريا (Planaria) من عقدتين عصبيتين (Ganglia) اماميتين تتكون كل منهما من خلايا عصبية ، وينشأ من هاتين العقدتين حبلان عصبيان يمتدان الى النهاية الخلفية لجسم الحيوان وينشأ منهما فروع جانبية تنتشر في جميع انحاء الجسم (شكل 6–7).



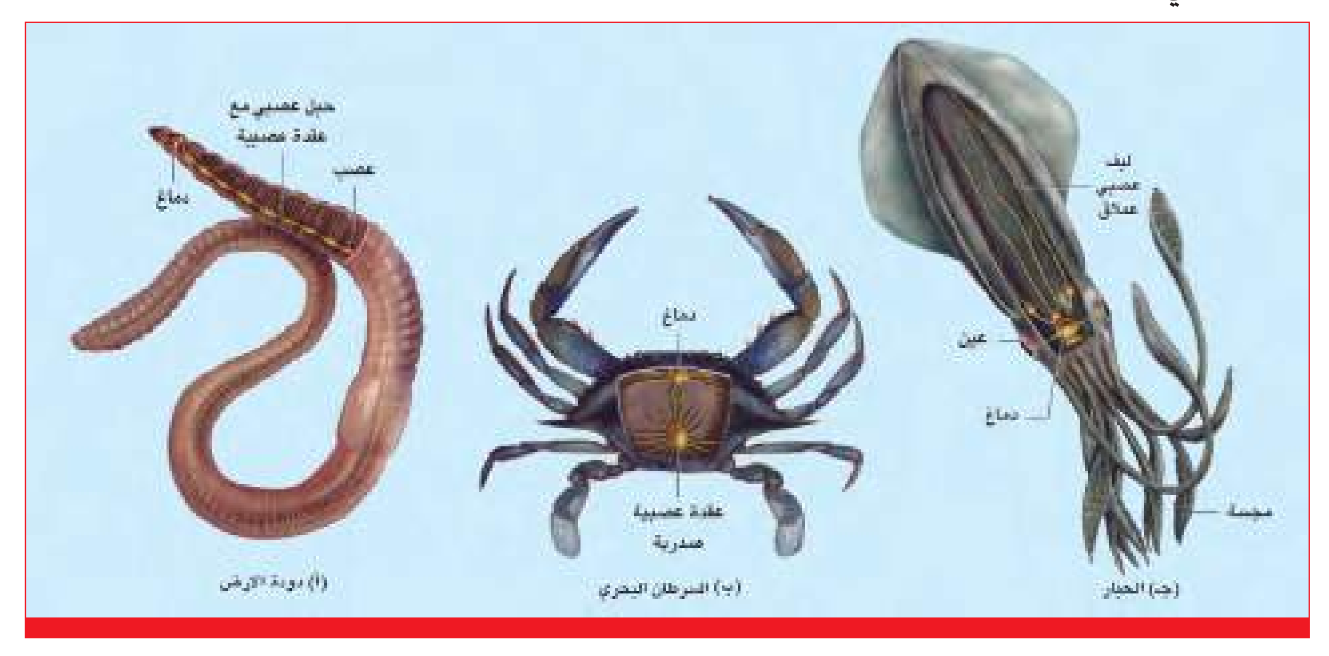
شكل (6–7) الجهاز العصبي في بعض اللافقريات (أ) الجهاز العصبي في الهايدرا وتتضح من خلاله الشبكة العصبية، (ب) مكونات الجهاز العصبي في البلاناريا حيث تتضح الحبال العصبية الطولية الجانبية والاعصاب المستعرضة فضلاً عن العقد العصبية في النهاية الامامية للجسم.

أضف إلى معلوماتك

ان التناظر الثنائي (Bilateral Symmetry) وظاهرة الترأس (Cephalization) وزيادة عدد الخلايا العصبية هي المؤشرات التطورية للجهاز العصبي في اللافقريات.

ان هذا النسق التكويني للجهاز العصبي يعكس البداية الحقيقية لتمييز الجهاز العصبي الى جهاز عصبي محيطي (Peripheral Nervous System) يتألف من شبكة اتصالات تمتد الى جميع اجزاء الجسم، وجهاز عصبي مركزي (Central Nervous System) ينسق كل شيء. كما تتضح من خلال الجهاز العصبي للبلاناريا ظاهرة الترأس *(Cephalization) من خلال تركيز العقد العصبية والاستقبال العصبي في منطقة الرأس.

وفي اللافقريات الاكثر تطوراً مثل دودة الارض (الديدان الحلقية)، السرطان البحري (مفصلية الارجل)، والحبار (الرخويات) (شكل 6–8) يظهر الجهاز العصبي نمواً افضل ويصبح ممثلاً لجهاز عصبي حقيقي، وهو يتألف من دماغ (Brain)، يستقبل بشكل اعتيادي المعلومات الحية ويسيطر على نشاطات العقد العصبية والاعصاب المتصلة بها، وعليه تكون جميع الانشطة مسيطراً عليها بشكل منسق، كما تتضح في هذه الحيوانات ظاهرة الترأس من خلال وجود دماغ متميز في النهاية الامامية للجسم واعضاء حس نامية بشكل جيد مثل العيون .. ويعد وجود الدماغ والعقد العصبية في الجسم مؤشراً لوجود زيادة في الخلايا العصبية في اللافقريات الاكثر تعقيداً.



شكل (6–8)، الجهاز العصبي في بعض اللافقريات المتقدمة، (أ) الجهاز العصبي في دودة الارض حيث يتضح انه مكون من دماغ وحبل عصبي بطني مصمت (صلد) كما تتضح من خلاله الاعصاب المحيطية، (ب) الجهاز العصبي في السرطان البحري، (جـ) الجهاز العصبي في الحبار (من الرخويات) ويتضح من خلاله الدماغ المتميز والالياف العصبية النامية بشكل جيد (الياف عملاقة) المسؤولة عن التقلصات السريعة للعضلات والتي تمكن الحيوان من الحركة الانتقالية السريعة.

* الترأس: نزعة نشوئية لتجمع الاعضاء المهمة في الرأس او قربه.

6-4-3-2. الجهاز العصبي في الفقريات Nervous System in Vertebrates

تتمثل الخطة الاساسية في بناء الجهاز العصبي للحيوانات الفقرية بوجود الانبوب العصبي ظهري الموقع (الحبل الشوكي) الذي ينتهي في نهايته الامامية بكتلة ضخمة من العقد العصبية تشكل بمجموعها ما يسمى المخ او الدماغ (Brain)، والى الخلف من الدماغ يوجد الحبل الشوكي والذي يكون على النقيض تماماً من الحبل العصبي المصمت والبطني الموقع في اللافقريات حيث يكون مجوفاً وظهري الموقع.

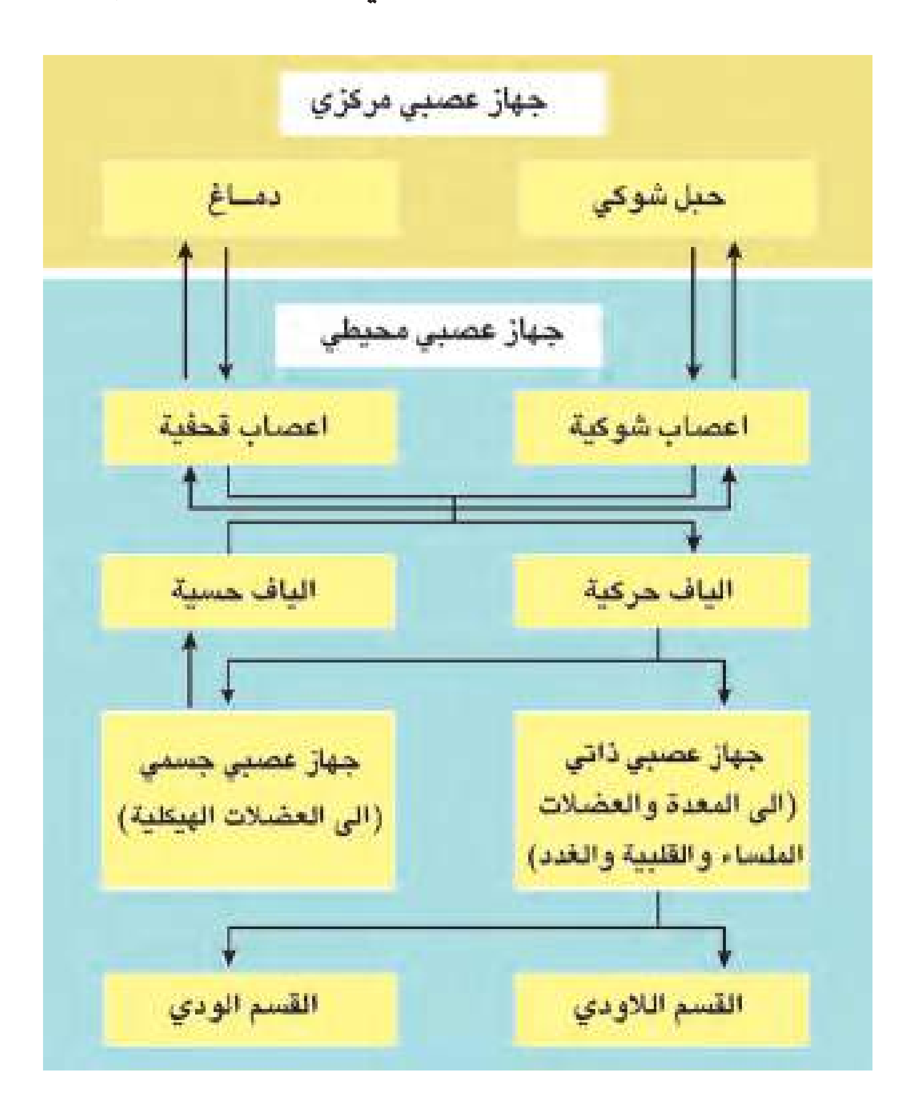
والجهاز العصبي في الفقريات يتميز الى المكونات الآتية:

أ الجهاز العصبي المركزي (Central Nervous System)، ويضم الدماغ والحبل الشوكي.

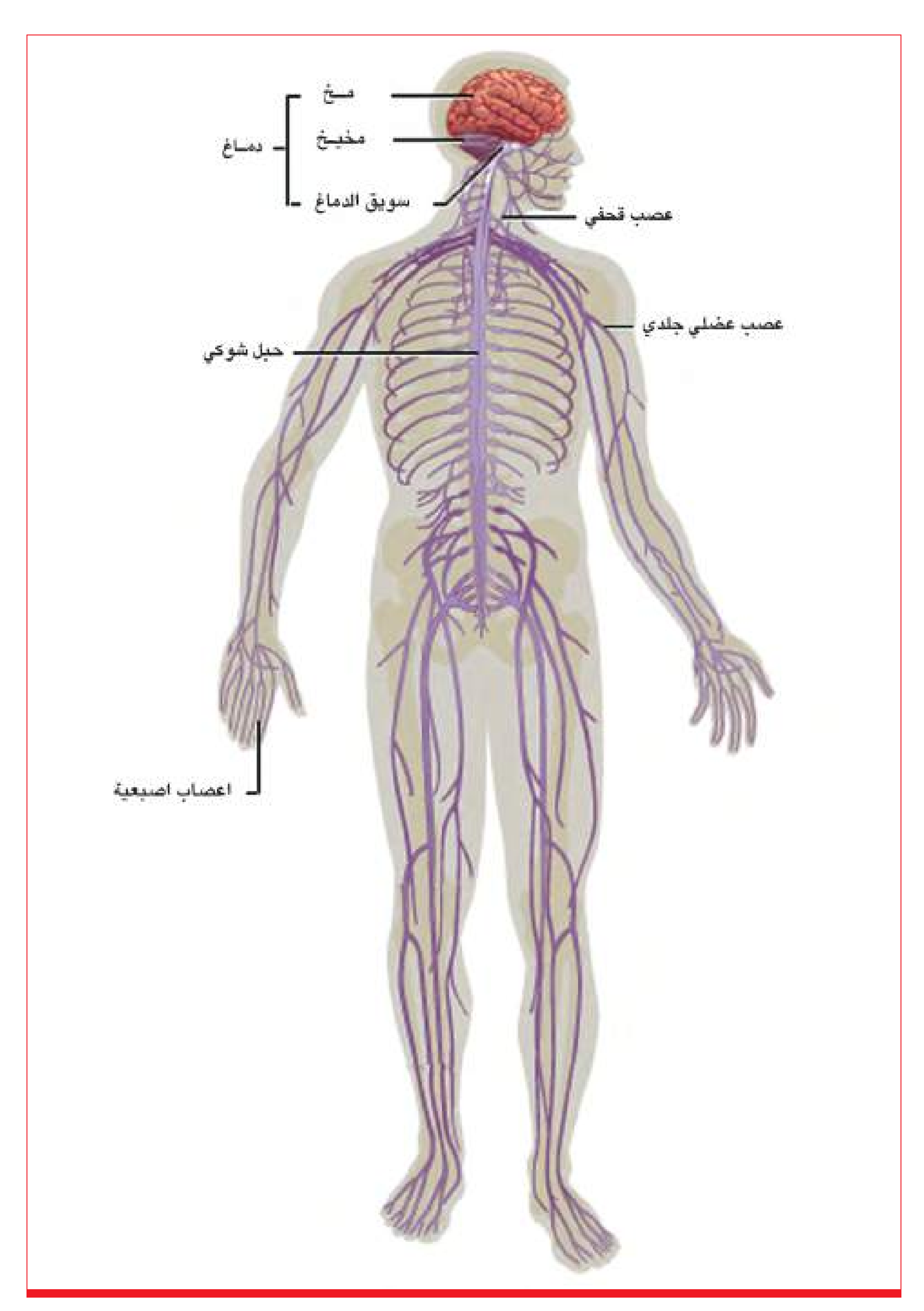
ب الجهاز العصبي المحيطي (Peripheral Nervous System)، ويتكون من 10–12 زوجاً من الاعصاب القحفية الخارجة من الدماغ وعدة ازواج من الاعصاب الشوكية المتصلة بالحبل الشوكي.

جـ الجهاز العصبي الذاتي (Autonomic Nervous System)، وهو الجهاز الذي يسيطرعلى الوظائف الاعتيادية في الجسم مثل معدل الايض وضربات القلب وفعالية القناة الهضمية.

وتعمل جميع مكونات الجهاز العصبي بالتآزر وضمن تنظيم خاص شكل (شكل 6–9) و (شكل 6–10).



شكل (6–9) تنظيم الجهاز العصبي (المركزي والمحيطي والذاتي) في الانسان (للاطلاع).



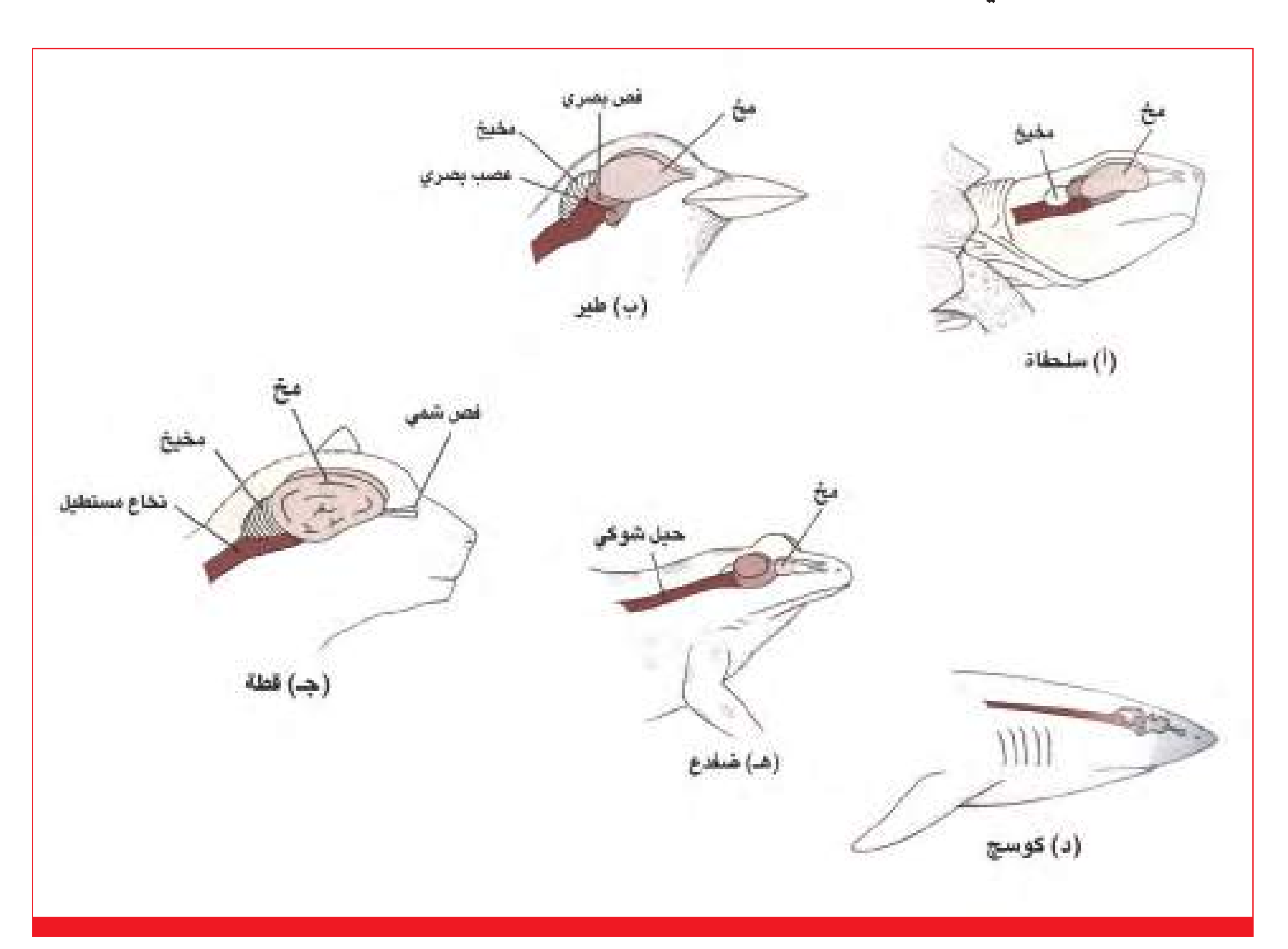
شكل (6– 10) الجهاز العصبي المركزي في الانسان (للاطلاع) .

(أ) الجهاز العصبي المركزي (Central Nervous System):

يتألف الجهاز العصبي المركزي في الفقريات من **الدماغ والحبل الشوكي**.

والدماغ عبارة عن تضخم امامي من الانبوب العصبي (الحبل الشوكي)، وهو يتميز الى ثلاثة اجزاء (شكل 6-11) هي:

1 **الدماغ الامامي (Forebrain)** والذي بدوره يتميز الى قسمين، القسم الأول مقدم الدماغ (Telencephalon) الذي يضم الفصان او البصلتان الشميتان، وهما مراكز لحاسة الشم، ونصفي كرة المخ اللذين يحتويان مراكز التنسيق والتكامل الحسي والحركي، ويلعبان دوراً اساسياً في السيطرة على الذاكرة والذكاء.



شكل (6- 11) الدماغ في فقريات مختلفة. (للاطلاع) (أ) الدماغ في السلحفاة، (ب) الدماغ في الطير، (جـ) الدماغ في القطة، (د) الدماغ في الكوسج، (هـ) الدماغ في الضفدع (للاطلاع).

اما القسم الثاني من الدماغ الامامي فيتمثل بالدماغ البيني (Diencephalon) وهو جزء مفرد يحتوي على المهاد (Thalamus) وتحت المهاد (Hypothalamus)، وهما يمثلان مراكز عصبية للسيطرة على العديد من الفعاليات اللاارادية وتتحكم في حالات الوعي والنوم والغذاء والحالات العاطفية.

2 الدماغ الوسطي (Midbrain) يحتوي الدماغ الوسطي على الفصين البصريين اللذين يقعان في الجهة الظهرية منه، وهما مراكز للابصار في كل الفقريات .

3 الدماغ الخلفي (Hindbrain) يتميز الدماغ الخلفي الى جزئين هما: الجزء الأول الدماغ البعدي (Metencephalon) ، والنخاع المستطيل (Medulla Oblongata). يتميز الجزء الاول في جهته الظهرية بالمخيخ (Cerebellum) الذي يكون مسؤولاً عن تنسيق التقلصات العضلية في الجسم حيث تكون على هيئة حركات متسلسلة تساعد على انتظام حركة الجسم وتوازنه. كما يتضح في الجهة البطنية للدماغ البعدي انتفاخ يدعى القنطرة (Pons) تعبر من خلاله المسارات العصبية بين الدماغ والحبل الشوكي من جانب الى آخر، وبسبب هذا العبور فإن الجانب الايمن من الدماغ يسيطر على نشاطات الجانب الايسر من الجسم وبالعكس. الجزء الثاني من الدماغ الخلفي هو النخاع المستطيل (Medulla Oblongata)، والذي يحتوي على مراكز السيطرة العصبية ذات العلاقة بنبضات القلب والتوتر الوعائي والتنفس، ويستمر هذا الجزء الى الخلف ليتصل بالحبل الشوكي (Spinal Cord).

ب) الجهاز العصبي المحيطي

يتألف الجهاز العصبي المحيطي من مجموعة من الاعصاب التي تخرج من الدماغ ويطلق عليها بالاعصاب القحفية (Cranial Nerves)، ويختلف عددها في الفقريات، حيث يكون عددها عشرة ازواج في الفقريات الاولية مثل الاسماك والبرمائيات بينما يكون العدد (12) زوجاً في الفقريات المتقدمة بضمنها الانسان. ويعطي الحبل الشوكي اعصاباً شوكية معقلة (مرتبة بشكل قطع متسلسلة) يصل عددها واحد وثلاثون زوجاً في الثدييات وهي تمر الى الجذع والاطراف.

ج) الجهاز العصبي الذاتي

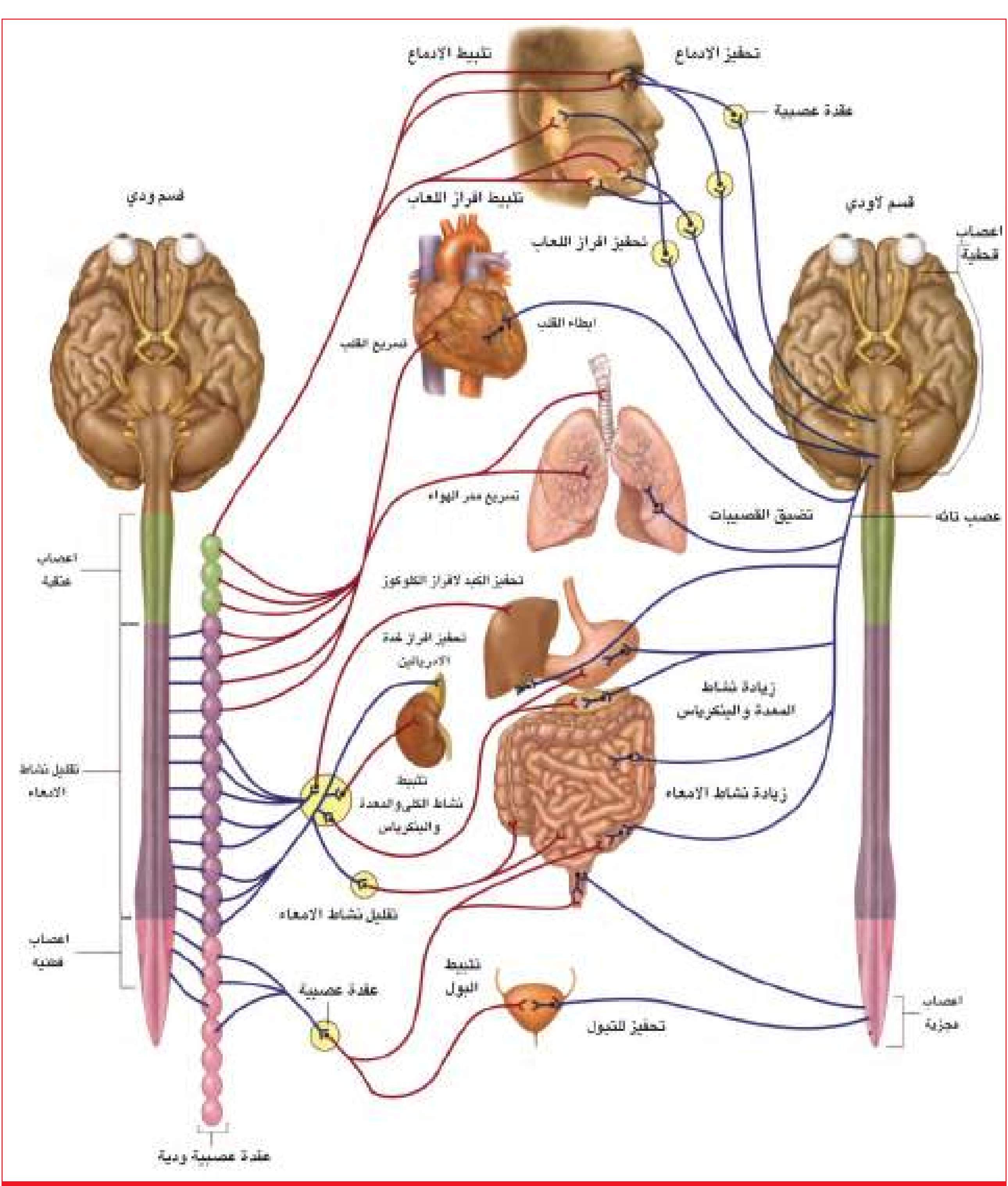
تمتلك الفقريات جهازاً عصبياً ذاتياً جيد التكوين متميز عن الجهاز العصبي المركزي والمحيطي سابقي الذكر، ويسيطر هذا الجهاز على مجمل الفعاليات اللاارادية، وهو يتألف من الياف عصبية لانخاعينية (غير مغلفة بغلاف نخاعي) ومن مراكز عصبية في الحبل الشوكي والدماغ وسلسلة من عقد عصبية محيطية صغيرة، والشكل (6–12) يوضح الاعصاب الذاتية وماتقوم به من وظائف.

ينقسم الجهاز العصبي الذاتي الى جهازين هما:

- الجهاز العصبي الودي (السمبثاوي) (Sympathetic Nervous System)
- الجهاز العصبي نظير الودي أو جار الودي (الباراسمبثاوي) (Parasympathetic Nervous System)

يزود كل عضو من اعضاء الجسم التي لاتخضع للسيطرة الارادية مثل القلب والامعاء بألياف حركية من نوعين ذات تأثير متضاد. فإذا كانت الالياف الودية منشطة لعضو معين فإن الالياف نظيرة الودي تكون مثبطة

لعمل ذلك العضو، وعلى سبيل المثال نجد في القلب ان الالياف الودية تسرع من نبضات القلب بينما تبطئ الالياف نظيرة الودي نبضاته، ونشاطه في كل لحظة هو حصيلة للتوازن بين التأثيرات، وهكذا نجد الالياف المحفزة لافراز الدمع في العين يقابلها الياف مثبطة لافراز الدمع، وتلك المحفزة لافراز اللعاب في الفم لها الياف متضادة لفعلها وتثبط عملية افراز اللعاب لاحظ الشكل (6-12) وستجد انواع من الالياف الودية للعديد من الاعضاء ويقابلها مايتضاد مع فعلها من الالياف نظيرة الودي.



شكل (6– 12) الجهاز العصبي الذاتي في الانسان وتتضح من خلاله الاعصاب الذاتية (الودية ونظيرة الودية) والاعضاء التي تتزود بها (للاطلاع).

6-5. اعضاء الحس في الحيوانات (Sense Organs in Animals)

تمتلك الحيوانات اعضاء حس تتحسس لنوع واحد من المؤثرات او المنبهات، او صورة واحدة من صور الطاقة المنبهة فالعين تستجيب فقط للضوء، والاذن للصوت، ومستقبلات الضغط للضغط، والمستقبلات الكيمياوية للجزيئات الكيمياوية.

6-5-1. انواع المستلمات (Types Of Sensory receptors)

يمكن ان تصنف المستلمات الحسية تبعاً لأسس مختلفة فهي يمكن ان تصنف على اساس اماكن وجودها:

1. **المستلمات الخارجية** (Exteroceptors)، وهي التي تكون قريبة من السطح الخارجي للجسم، وتمد الحيوان بمعلومات من البيئة الخارجية.

2. **المستلمات الداخلية** (Interoceptors)، وهي التي تلتقط المنبهات او الحوافز من الاعضاء الداخلية.

3. **المستلمات الذاتية** (Proprioceptors)، وهي توجد في العضلات والاوتار وتكون حساسة للتغيرات التوترية في العضلات، وتعطي الكائن احساسه بموقع جسمه.

وقد تصنف المستلمات الى: كيميائية وميكانيكية وضوئية وحرارية.

1. **المستلمات الكيميائية** (Chemoreceptors): يعد الحس الكيميائي اكثر الحواس بدائية وانتشاراً في مملكة الحيوانات، والحس الكيميائي ربما يقوم بتوجيه سلوك الحيوانات اكثر من اي حاسة اخرى.

تشتمل المستلمات الكيميائية مستلمات التذوق والشم التي تزود الحيوان بمعلومات عن كيميائية المحيط، مثل اكتشاف المواد المخدشة والسمية وافرازات الاعداء والتعرف على الغذاء وفي عملية التقاء الجنسين للتزاوج.

تمتلك الحشرات (من اللافقريات) وجميع الفقريات حاستي التذوق والشم وتتميز كل حاسة عن الاخرى بوضوح، بالرغم من وجود تشابه عام بين مستلمات التذوق ومستلمات الشم. وتكون حاسة التذوق محدودة الاستجابة بالمقارنة مع حاسة الشم، فحاسة التذوق اقل من حاسة الشم كما ان مركزيهما في الدماغ يقعان في منطقتين مختلفتين.

أضف إلى معلوماتك

اليومامي (Umami)
كلمة يونانية تعني المشهي او المقبل او النكهة اللذيذة، وتطلق عادةً على طعوم اللحم والجبن والمرق والاطعمة الاخرى الغنية بالبروتين لوصف طبيعتها المشهية وقد يكون الشعور بهذا الطعم اقل من الشعور بالطعم المالح او الحلو، ولكن الباحثين يحتفظون له بخصوصية ولا يعتبرونه خليطاً اساسياً من الطعوم الاساسية الاخرى.

(أ) حاسة التذوق (Taste Sense):

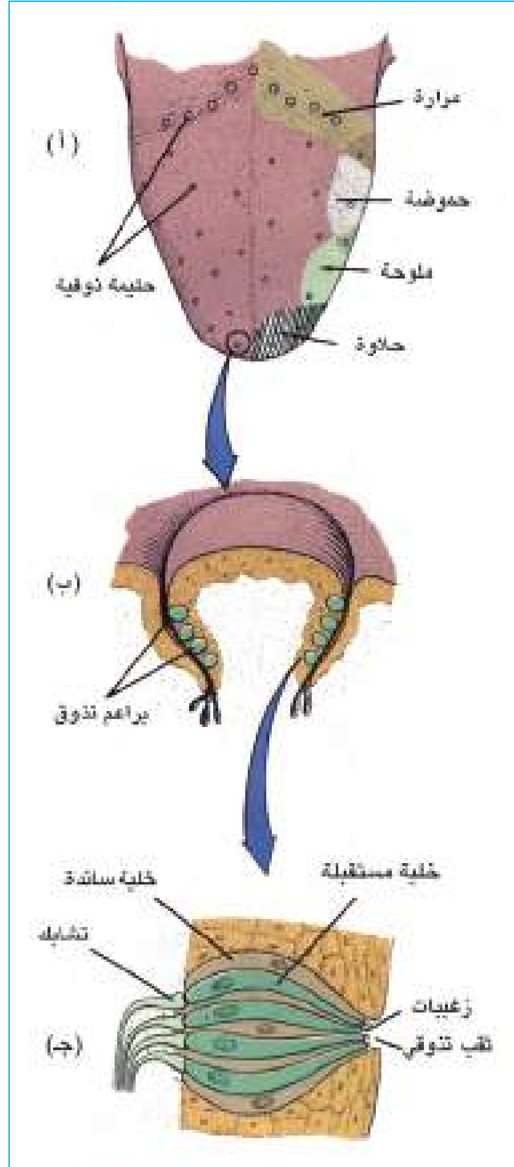
يعد التذوق ادراكاً حسياً يشتمل على تذوق المواد الكيميائية والتحسس بالرائحة، وتقوم بذلك تراكيب يطلق عليها براعم التذوق (Taste Buds).

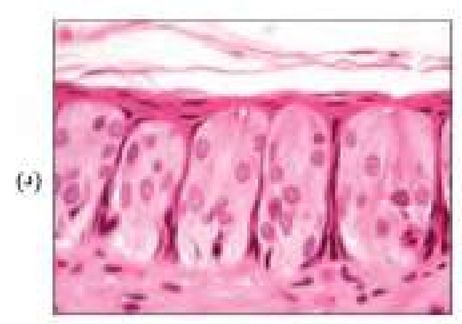
ويتألف كل برعم من براعم التذوق من خلايا عصبية حسية (خلايا ذوقية) ذات شعيرات تتحسس التذوقية، وتحاط هذه الخلايا بخلايا ساندة (شكل 6–13) والبراعم الذوقية تكون منتشرة او مجتمعة على حليمات، وهي قصيرة العمر وعمرها في الغالب لا يتجاوز خمسة ايام، لتعرضها للتلف وبالتالي فأنها تستبدل بشكل مستمر (لاحظ شكل 6–13)، وتبين من خلالها مواقع براعم التذوق المختلفة.

تحتوي الحليمات اللسانية في الانسان على البراعم التذوقية التالية:

1– براعم تتحسس الحلاوة (Sweet Taste Buds).
2– براعم تتحسس المرارة (Bitter Taste Buds).
3– براعم تتحسس الملوحة (Salt Taste Buds).
4– براعم تتحسس الحموضة (Sour Taste Buds).

واكثر البراعم التذوقية حساسية هي تلك التي تميز الطعم المر، وذلك كونها تعمل كجهاز تحذير من الاطعمة الخطرة.





شكل(6–13)مستلمات التذوق في الانسان.
(أ) سطح اللسان في الانسان ويتضح فيه المناطق شديدة الحساسية لأنواع التذوق الاساسية. (ب) موقع البراعم التذوقية على الحليمات التذوقية. (ج)تركيب البرعم التذوقي (د) صورة مجهرية لبراعم التذوق في الانسان.

(ب) حاسة الشم (Smell Sense):

تعد حاسة الشم اكثر تعقيداً من حاسة التذوق.

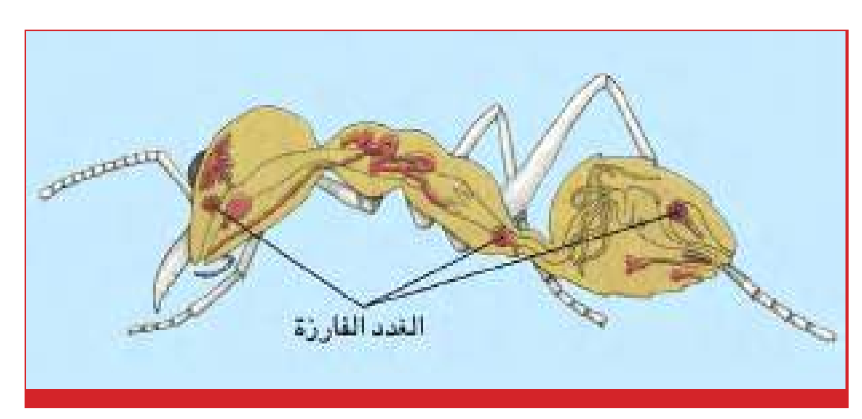
تنتج الحشرات مواد خاصة بنوعيتها (نوع الحشرة) تسمى فرمونات (Pheromones)، وهي مركبات عضوية يطلقها الحيوان؛ فتؤثر على فسلجة او سلوك فرد آخر من نفس النوع، فالنمل مثلاً يمتلك غدد تطلق فرمونات متنوعة منها فرمونات التخدير، وفرمونات الاثر (للاهتداء على طريقها في السير)

وغير ذلك (شكل 6-14).

وفي الفقريات توجد مستلمات الشم في جزء النسيج الظهاري المهدب الذي يبطن القسم العلوي من المجرى الانفي (شكل 6- 15). والنسيج الشمي يتألف من خلايا عصبية حسية (خلايا شمية) ذات شعيرات تتحسس الشم، وتحاط هذه الخلايا بخلايا ساندة (شكل 6- 15).

هل تعلم ؟

يوجد في انف الانسان حوالي (20) مليون مستقبل شمي، ينتهي كل منها بخيوط بارزة تشبه الاهداب، ويعتقد ان نهايات الاهداب هي مراكز استقبال، وهي ذات دقة متناهية في تحديد الروائح، وحتى الاشخاص المعروفين بعدم القدرة على تحديد الروائح فأنهم قد يميزون 1000 رائحة مختلفة.



شكل (6-14). الغدد المنتجة للفرمونات في النمل (للاطلاع).

(أ)

(ب)

شكل (6-15). عضو الشم في الانسان.(أ) المظهر التشريحي ويتضح من خلال موقع الخلايا الشمية ، (ب) التركيب النسيجي لعضو الشم (للاطلاع).

2 المستلمات الآلية (الميكانيكية) (Mechanoreceptors): المستلمات الآلية تتحسس اللمس والضغط والجذب والاهتزاز والجاذبية، وبالتالي فأنها مستلمات تستجيب للحركة أياً كانت.

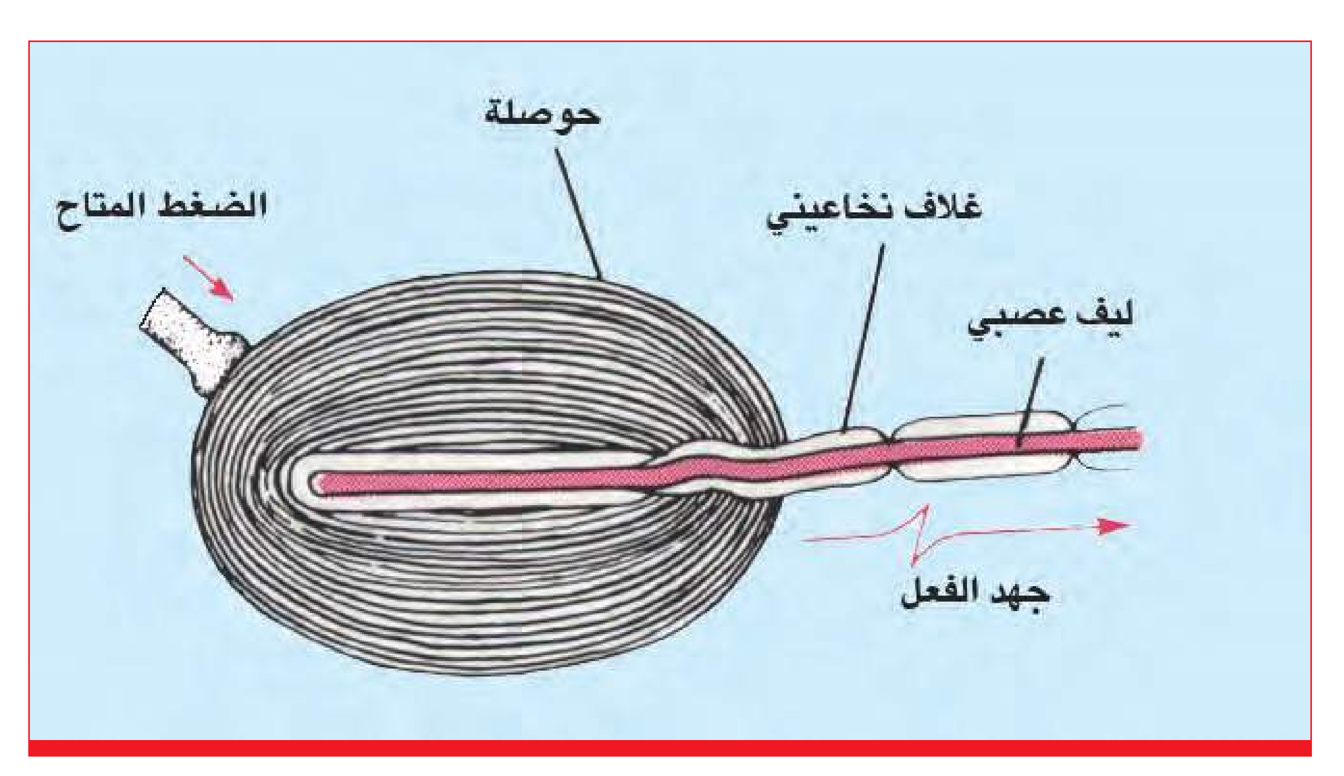
(أ) حاسة اللمس (Touch Sense):

للحيوانات اللافقرية انواع كثيرة من مستلمات اللمس، وبشكل خاص في الحشرات التي تمتلك شعيرات حساسة للمس والاهتزازات.

وتنتشر مستلمات اللمس السطحية في الفقريات على جميع جسم الحيوان، وتتركز في مناطق محددة من سطح الجسم في الوجه (على الشفتين واللسان) وفي نهايات الاطراف (اطراف الاصابع). ومعظم المستلمات اللمسية ما هي الا نهايات الياف عصبية وكل جريب (حوصلة) من جريبات الشعر مملوء بالمستلمات الحساسة للمس . ومن بين المستلمات السطحية في الفقريات ما يأتي:

- جسيمات مايسنر (Meissner's Corpuscles)، وهي جسيمات حساسة للمس وتقع في الحليمات الادمية وفي الاصابع والشفاه ومناطق اخرى من الجسم.
- جسيمات باسيني (Pacinian Corpuscles)، وهي جسيمات تتحسس الضغط والاهتزاز وتوجد في النسيج تحت الجلدي لباطن اليدين واخمص القدمين والاصابع ...الخ (شكل 6- 16).

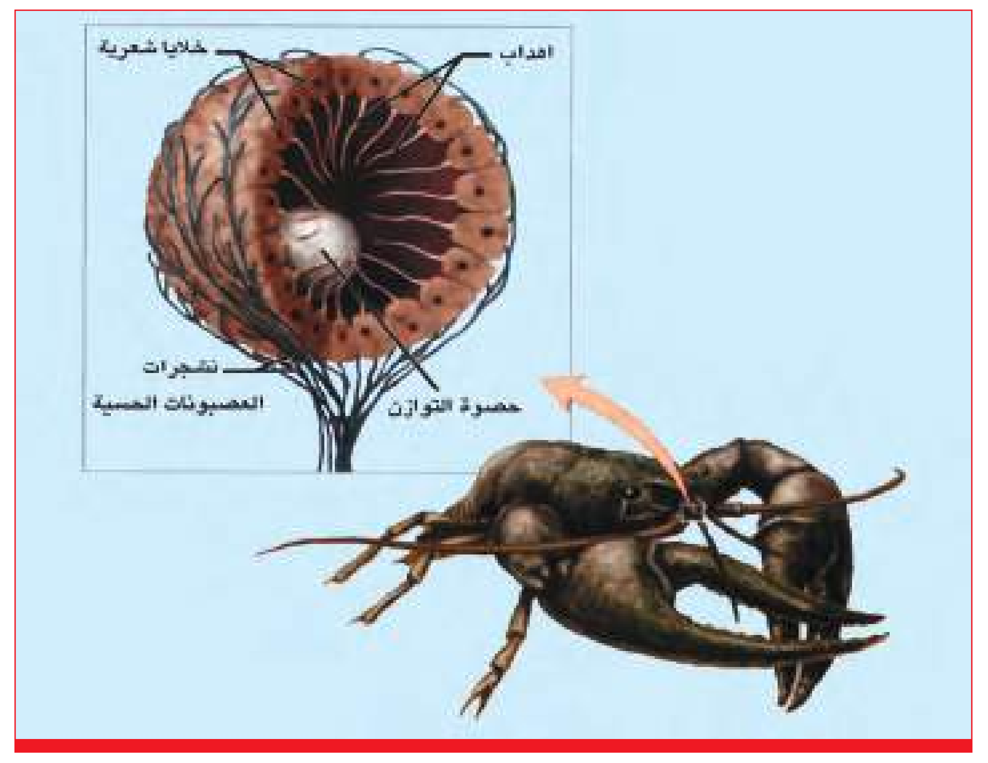
وهناك مستلمات اخرى عديدة تتحسس اللمس والضغط.



شكل (6-16) جسيمة باسيني وهي احد المستلمات الآلية التي تتحسس الضغط والاهتزاز

(ب) حاسة التوازن (Balance Sense):

تمتلك الحيوانات العديد من الاعضاء او التراكيب التي تعنى بتنظيم التوازن. ففي اللافقريات توجد اعضاء حس خاصة لرصد الجاذبية والاهتزازات ذات التردد المنخفض (مستلمات آلية). وتأخذ هذه الاعضاء شكل حويصلة التوازن (Statocyst) وهي كيسية الشكل مبطنة بخلايا شعرية، وتحوي تراكيب جيرية تسمى حصى التوازن (Statolith)، ويتم تنشيط الخيوط الشعرية الرقيقة للخلايا الحسية بوساطة التغير في موقع حصى التوازن عندما يغير الحيوان موقعه. وتوجد حويصلات التوازن في العديد من اللافقريات (شكل 6–17).

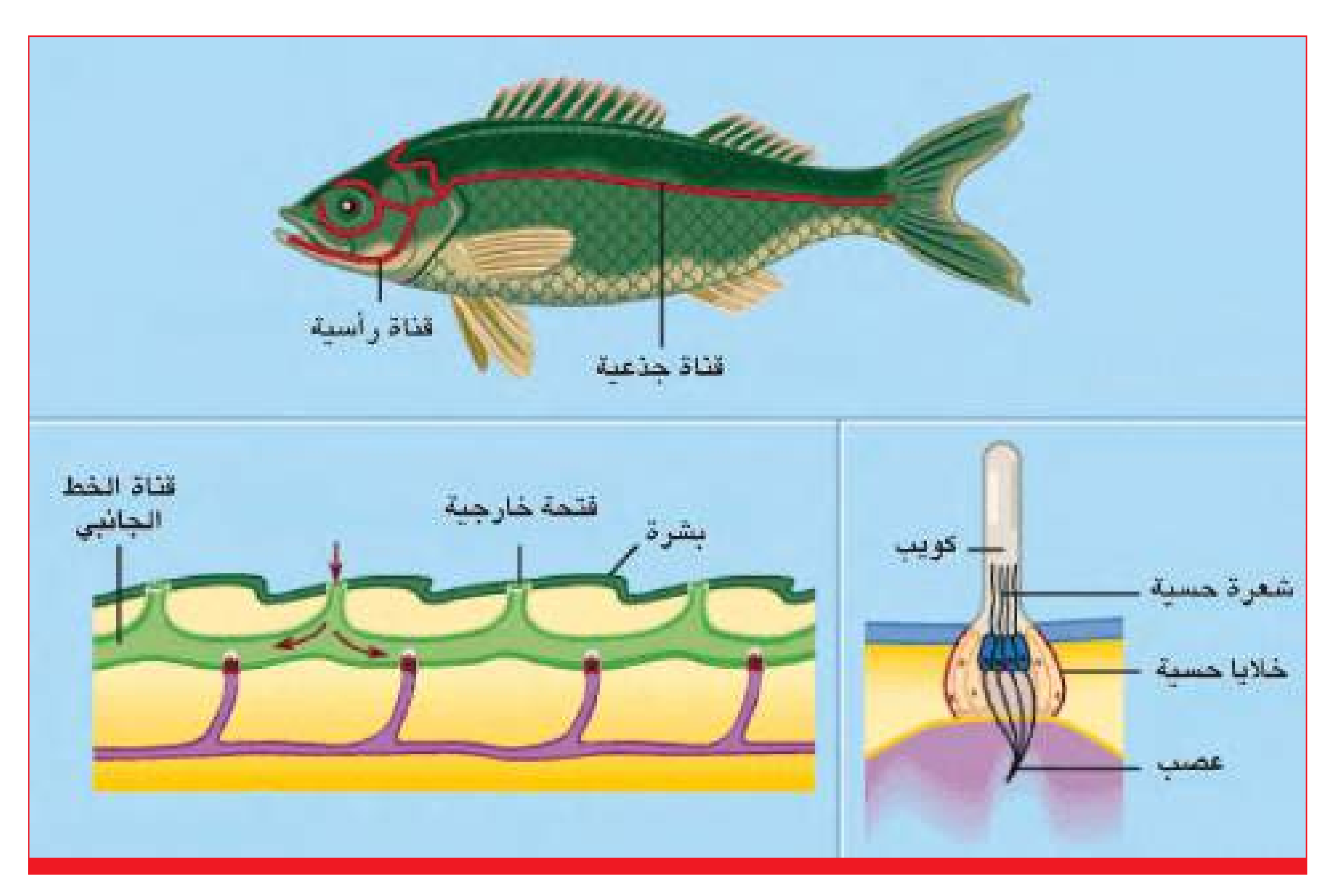


شكل (6–17) حويصلة التوازن في السرطان البحري (من المفصليات). (للاطلاع)

(جـ) جهاز الخط الجانبي (Lateral Line System):

يعد جهاز الخط الجانبي جهاز استقبال حسي بعيد المدى لكشف الاهتزازات الموجية والتيارات في المياه . وتسمى الخلايا المستلمة بخلايا الخط الجانبي، وهي تقع داخل قنوات موجودة تحت طبقة البشرة وتفتح في السطح على مسافات (شكل 6–18).

يتألف جهاز الخط الجانبي في الاسماك من عدد من الخلايا الشعرية مطمورة في كتلة جيلاتينية الشكل وتشكل مايعرف الكويب (Cupula). تصغير كوب، وهو يبرز في مركز قناة الخط الجانبي بحيث ينحني كرد فعل لأي اضطراب يحدثه الماء على سطح الجسم. وجهاز الخط الجانبي هو احد الاجهزة الحسية الاساسية (من المستلمات الميكانيكية)، والتي توجه الاسماك في حركاتها وتحذرها من اقتراب الحيوانات الاخرى منها.



شكل (6-18). جهاز الخط الجانبي في سمكة عظمية .

(د) حاسة السمع (Hearing Sense)

يتمثل عضو السمع بالاذن التي هي عبارة عن جهاز استقبال متخصص للتعرف على الموجات الصوتية في البيئة المحيطة (مستلمات ميكانيكية).

تمتلك العديد من اللافقريات اذاناً مثل الجراد والصراصر وبعض انواع البق ومعظم الفراشات والعث. والاذن في هذه الحيوانات ذات تركيب بسيط وعلى درجة عالية من الاتقان بحيث تستطيع هذه الحيوانات ان تميز الاصوات. وتتألف الاذن من زوج من الجيوب الهوائية، كل منها محاط بغشاء طبلي يوصل الاهتزازات الصوتية الى الخلايا الحسية (شكل 6-19).

والاذن في الفقريات تظهر درجة عالية من التطور عما هي عليه في اللافقريات وسندرس الاذن في الانسان كنموذج للاذن في الفقريات.

تتألف الاذن في الانسان من ثلاثة اقسام متميزة هي:

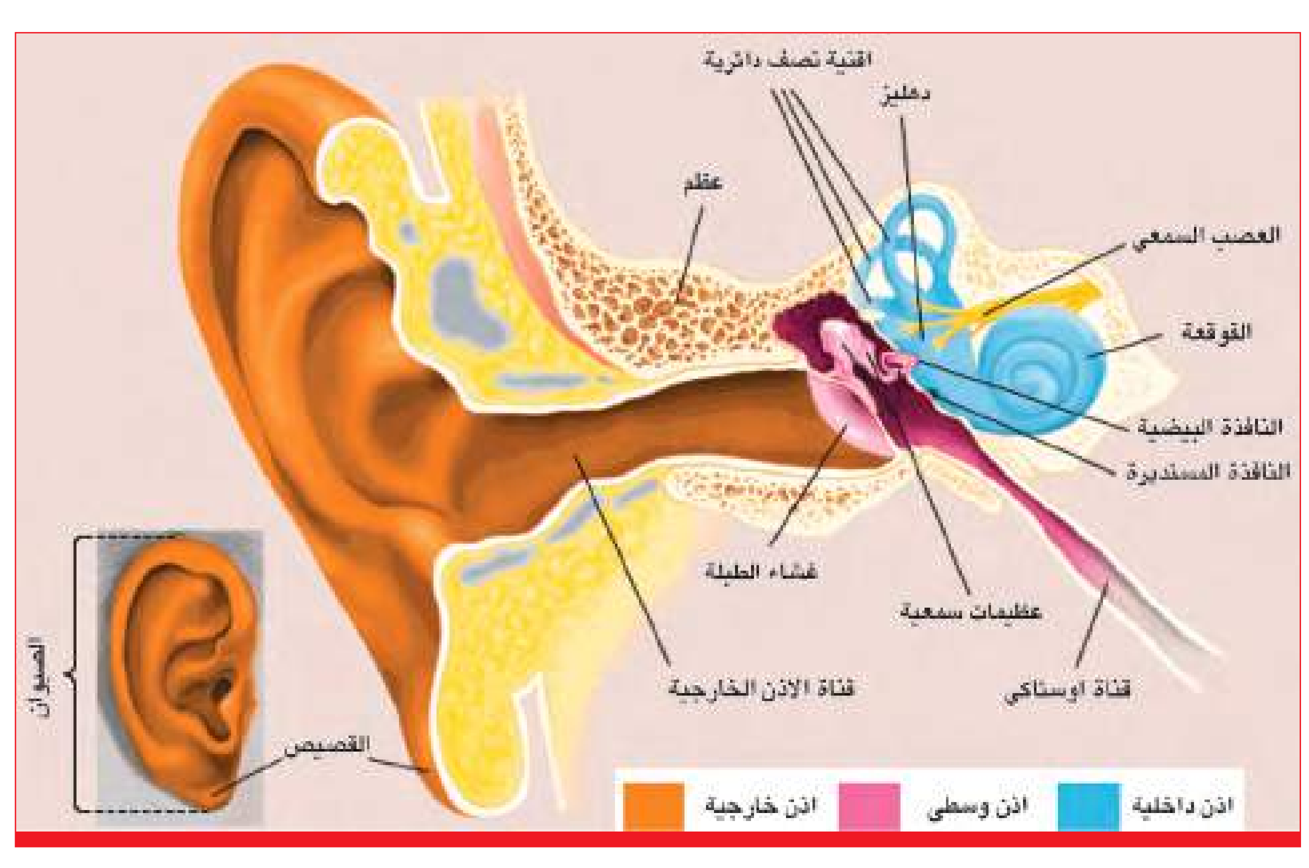
(أ) القسم الخارجي ويتمثل بالاذن الخارجية وتتكون من صيوان الاذن (Pinna) القناة السمعية. وفتحة القناة السمعية تحوي في بطانتها شعر وغدد تفرز شمع الاذن وهذا الشمع يحمي الاذن من دخول المواد الغريبة مثل الهواء الملوث بالجزيئات والاحياء الدقيقة. **(ب) الاذن الوسطى** وهذه تبتدئ عند غشاء الطبلة (Eardrum) وتنتهي عند الجدار العظمي الحاوي على فتحتين صغيرتين مغطاتين

بأغشية، وهذه الفتحات تدعى بالنافذه البيضية (Oval Window) والنافذة المستديرة (Round Window)، وهناك ثلاث عظيمات صغيرة توجد بين غشاء الطبلة والنافذة البيضية. وهي: المطرقة (Malleus). والسندان (Incus). والركاب (Stapes). وتتصل الاذن الوسطى بالبلعوم عن طريق انبوب (قناة) اوستاكي (Eustachian Tube). (جـ) الاذن الداخلية وتتألف من الاقنية نصف الدائرية (Semicircular Canals). والدهليز (Vestibul)، وكلاهما مسؤولان عن التوازن، والقوقعة (Cochlea). وتكون مسؤولة عن السمع (6–20).

هل تعلم ؟

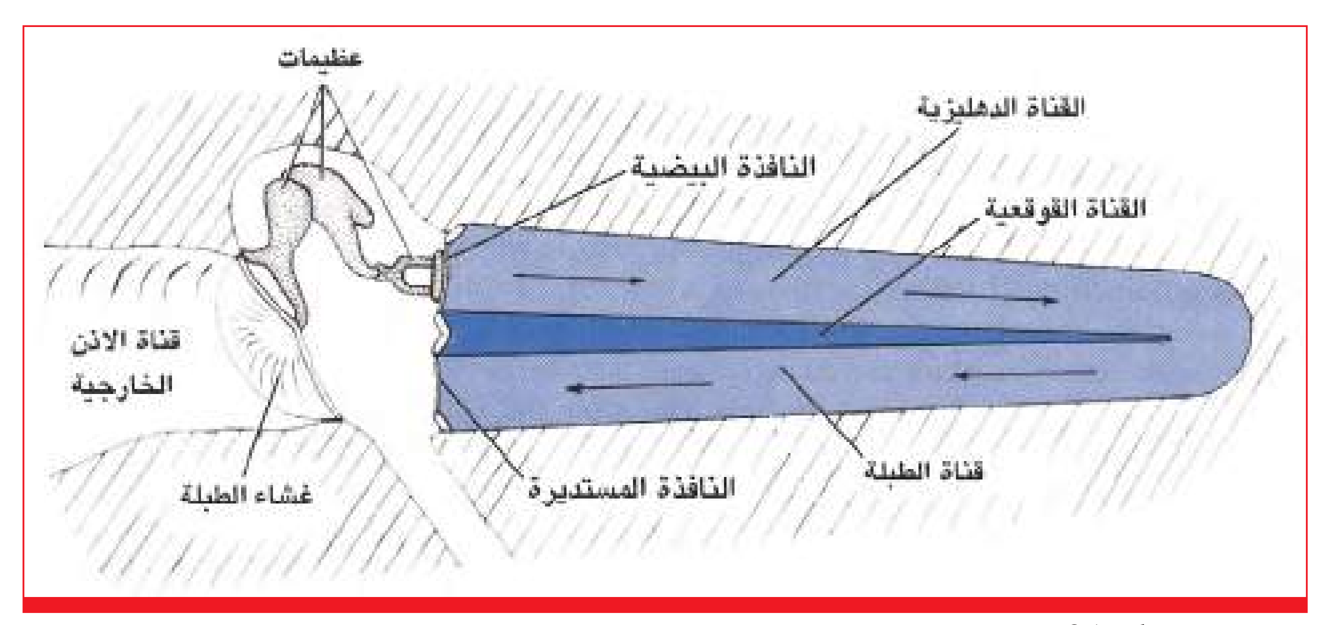
تمتلك بعض الفراشات الليلية كواشف فوق صوتية لكشف حركة الخفافيش واقترابها وبهذا تقلل من احتمال وقوع الفراش وجبة ليلية للخفافيش .

شكل (6–19) . الاذن في العث



شكل (6–20) . تركيب الاذن في الانسان .

وعندما تضرب موجة صوتية الاذن تنتقل طاقة الموجة خلال مجموعة عظيمات الاذن، ثم تتقدم الى النافذة البيضوية التي تهتز اماماً وخلفاً فيندفع السائل الموجود في قناتي الدهليز والطبلة الموجودة امامها، ولكون هذان السائلان غير قابلين للانضغاط فأن الحركة الداخلية تؤدي في المقابل الى حركة خارجية للنافذة المدورة كما تؤدي حركة السائل الى اهتزاز الغشاء القاعدي بخلاياه الشعرية. وتستجيب مساحات مختلفة من الغشاء القاعدي للترددات المختلفة، ويوجد في الغشاء القاعدي مكان نوعي خاص لكل تردد صوتي (شكل6-21). وتزداد الازاحة الموجية في شدتها كلما تحركت من النافذة البيضوية نحو قمة القوقعة الى ان تصل الى اقصى قيمة لها عند منطقة الغشاء القاعدي، حيث يتحول التردد العادي الى تردد صوتي.



شكل (6-21). تركيب الاذن في الثدييات وتتضح من خلالها اتجاهات حركة الموجات الصوتية.

3 المستلمات الضوئية (Photoreceptors): تضم المستلمات الضوئية مجالاً واسعاً يبدأ من الخلايا المتحسسة للضوء والتي تنتشر على سطح اجسام الحيوانات اللافقرية (حس ضوئي جلدي) وصولاً الى عيون الفقريات المعقدة التكوين .

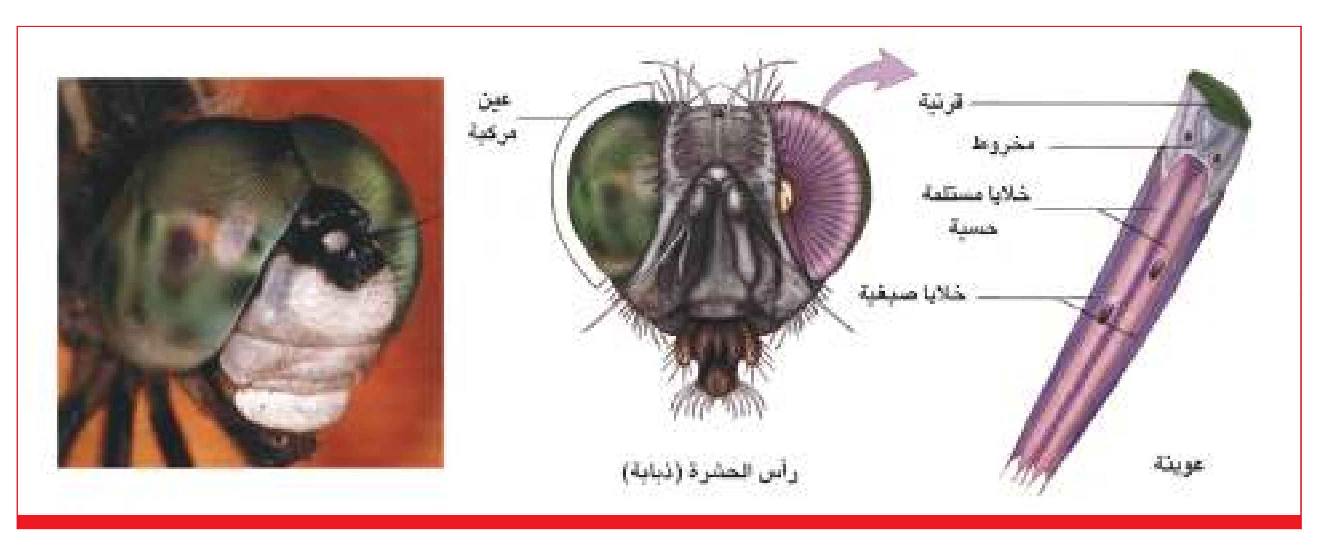
(أ) المستلمات الضوئية في اللافقريات

تتمثل مستلمات الضوء الجلدية في الحيوانات اللافقرية بتراكيب بسيطة، ولذا فأن الخلايا المسؤولة عن الاحساس الضوئي الجلدي لايمكن، تحديدها، وهي تحتوي على القليل من المادة الكيموضوئية وحساسيتها اقل بكثير من حساسية المستقبلات البصرية (Optic Receptors)، ولكنها هامة في:

- **التوجيه الحركي**
- **توزيع الصبغة في حاملات اللون.**
- **لها اهمية في تنظيم الفترة الضوئية للدورات التناسلية .**
- **لها اهمية في تغيرات سلوكية عديدة.**

تمتلك بعض الحيوانات اللافقرية عيوناً جيدة التكوين والكثير منها يمكنه تكوين صورة رائعة وتوجد العيون في اربع مجاميع من الحيوانات اللافقرية هي: اللاسعات والحلقيات والرخويات والمفصليات . وعيون هذه المجاميع من اللافقريات تختلف في تصميمها، بعضها عن بعض بدرجة كبيرة.

تمتلك المفصليات عيوناً مركبة (Compound Eyes) تحتوي على وحدات رؤيا مستقلة تعرف بالعوينات (Ommatidium). (شكل 6-22) وقد تحتوي العين المركبة على (1500) من العوينات وهي تكون صوراً مجمعة من هذه الاجزاء. والعين المركبة مناسبة جداً في تصوير الحركة ويعرف ذلك كل من حاول ضرب ذبابة او اي حشرة اخرى. وكل وحدة رؤيا في العين المركبة للحشرات تتألف من قرنية (Cornea) وعدسة (Lens) وهي لاترى الاشياء كما تنظر في عين الانسان (شكل 6-23).



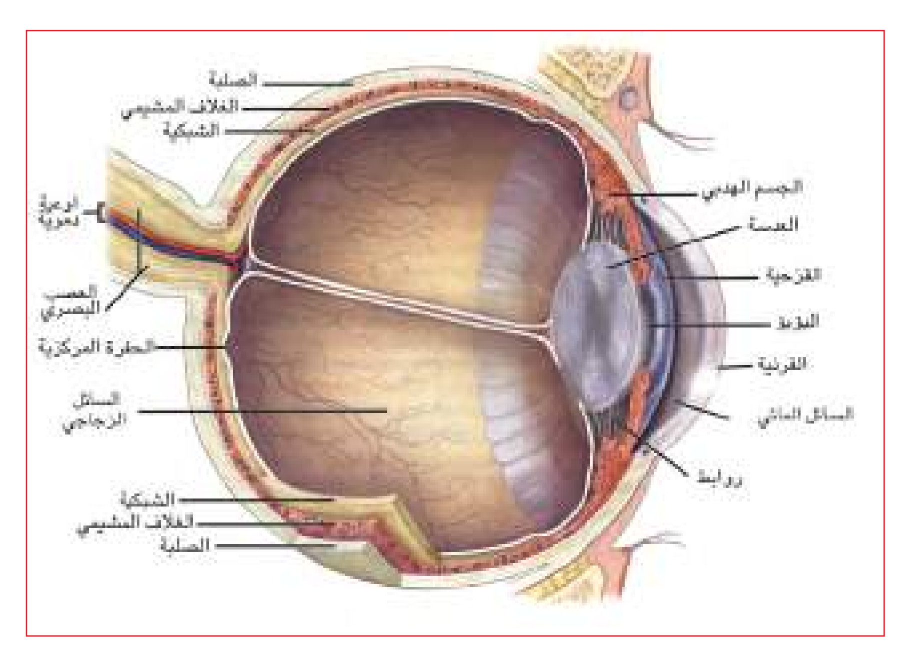
شكل (6-22).العين المركبة في الحشرات وتتضح من خلال الشكل تركيب العين ووحدة الرؤيا (العوينة) (للاطلاع).



شكل (6-23). اختلاف الرؤيا في الانسان (أ) وعين الحشرات (ب) لنفس الزهرة حيث تتضح في رؤية الحشرات اشارات تقود الحشرة بالاتجاه الى الزهرة بغية الحصول على غذائها

(ب) المستلمات الضوئية في الفقريات:

تمتلك الفقريات عيون جيدة النمو، والشكل (6-24) والجدول (6-1) يوضحان مكونات العين في الانسان، كما يتضمن الجدول وظيفة كل جزء من اجزاء العين .



شكل (6-24) . تركيب العين في الانسان .

جدول (6-1) . اجزاء العين في الانسان ووظائفها (للحفظ)

الجزء	الوظيفة
1- الصلبة (Sclera)	حماية واسناد كرة العين
(أ) ملتحمة العين (Conjunctiva) (ب) القرنية (Cornea) (جـ) البؤبؤ (Pupil)	ترطيب سطح الضوء تكسر اشعة الضوء يسمح بنفاذ الضوء
2- غلاف العين المشيمي (Choroid)	يمتص الضوء المتناثر
(أ) الجسم الهدبي (Ciliary body) (ب) القزحية (Iris)	يثبت العدسة في مكانها تنظم دخول الضوء
3- الشبكية (Retina)	تحتوي مستلمات حسية للرؤيا
(أ) القضبان (Rods) (ب) المخاريط (Cones) (جـ) الحفرة المركزية (Fovea Centralis)	تجعل من الممكن رؤية الاسود والابيض تجعل من الممكن رؤية الألوان تجعل من الممكن الرؤيا الحادة
4- العدسة (Lens)	تكسر وتعدل اشعة الضوء
5- السائل او الخلط (Humors)	ينقل اشعة الضوء ويسند كرة العين
6- العصب البصري (Optic Nerve)	ينقل الحوافز الى الدماغ

تعريف ببعض المصطلحات التي وردت في الفصل (للإطلاع)

Abscisic Acid	=	حامض الابسيسك :هرمون نباتي يلعب دوراً مهماً في تنظيم نمو البراعم وانبات البذور.
Axon	=	محوار الخلية العصبية: (ليف طويل)، بروز طويل للمفرد من جسم الخلية العصبية.
Chemoreceptors	=	مستلمات كيميائية: مستقبلات حسية بدائية هي الاكثر انتشاراً في مملكة الحيوان.
Cerebellum	=	المخيخ: جزء من الدماغ يتكون من فصين اساسيين كل منهما نصف كروي وهما ايمن وايسر وفص وسطي يدعى بدودة المخيخ.
Cranial Nerves	=	الاعصاب القحفية: مجموعة من الاعصاب المرتبطة بالدماغ، وهي اما ان تكون حسية او حركية وهناك نوع ثالث يجمع بين (حسي حركي).
Dendrites	=	تشجرات: بروزات سايتوبلازمية تمثل جهاز استقبال الخلية العصبية للمعلومات من مصادرها العديدة والمتباينة.
Diencephalon	=	الدماغ البيني
Eustachian Tube	=	قناة اوستاكي.
Hypothalamus	=	تحت المهاد: وهو جزء من الدماغ الامامي يقع ضمن الدماغ البيني ويمثل مع المهاد (Thalamus) مركز عصبي للسيطرة على العديد من الفعاليات اللاارادية والتي تتحكم في حالات الوعي والنوم والغذاء والحالات العاطفية.
Interoceptors	=	مستلمات داخلية: وهي مستقبلات حسية تلتقط المنبهات من الاعضاء الداخلية.

Meissner's corpuscles= جسيمات مايسنر: جسيمات حساسة للمس تقع في طبقة الادمة في نهايات الاصابع والشفاه ومناطق اخرى من الجسم.

Metencephalon= الدماغ البعدي

Neuron= عصبونة (خلية عصبية): الوحدة الوظيفية للجهاز العصبي.

Neuroglia= الدبق العصبي: خلايا تقع ضمن النسيج العصبي وتقوم باسناد وربط الخلايا العصبية.

Pacinian Corpuscles= جسيمات باسيني: جسيمات تتحسس الضغط والاهتزاز توجد تحت الجلد في اليدين والقدمين والاصابع .....الخ.

Pheromones= فرمونات: مواد كيميائية يحررها الكائن الحي وهي تؤثر في السلوك والعمليات الوظيفية لكائن حي آخر.

Photoreceptor= مستلم (مستقبل) ضوئي.

Proprioceptors= مستلمات ذاتية وهي مستقبلات حسية توجد في العضلات والاوتار وتكون حساسة للتغيرات التوترية في العضلات.

Statocyst= حويصلة التوازن (كيس التوازن): تراكيب كيسية الشكل مبطنة بخلايا شعرية حسية وحصى التوازن وهي تلعب دوراً مهماً في توازن الجسم في العديد من الحيوانات.

Statolith= حصوة التوازن.

Taste Bud= برعم ذوقي: تركيب مؤلف من خلايا عصبية حسية (خلايا ذوقية) محاطة بخلايا ساندة، ويقوم البرعم الذوقي بالادراك الحسي المعروف بالذوق.

اسئلة الفصل السادس

س1 ضع علامة (✓) جنب العبارة الصحيحة وعلامة (✗) جنب العبارة الخاطئة ، وصحح الخطأ ان وجد:

1- ان الفكرة الاساسية للجهاز العصبي هي ترجمة المعلومات المتعلقة بالحس وتوصيلها الى الجهاز العصبي المركزي ، حيث يتم تحويلها الى فعل مناسب.

2- يستجيب البراميسيوم ايجابياً فقط للمنبهات الكيميائية.

3- تعد احد اهم التأثيرات الضارة للاثيلين هي تحفيزه على سقوط الاوراق.

4- يعرف الحافز العصبي بأنه رسالة عصبية كهروكيميائية ، وهو يمثل الاساس الوظيفي لجميع انشطة الجهاز العصبي.

5- يتألف الجهاز العصبي في الديدان المسطحة من شبكة عصبية تمتد في جميع انحاء الجسم بدءاً من المجسات في النهاية الامامية للجسم وحتى النهاية الخلفية للجسم.

6- يتميز الدماغ الامامي في الفقريات الى مقدم الدماغ ونصفي كرة المخ والدماغ البيني.

7- يعد الحس الكيميائي اكثر الحواس بدائية وانتشاراً في مملكة الحيوانات وهو يقوم بتوجيه سلوك الحيوانات اكثر من اي حاسة اخرى.

8- تكون حاسة التذوق في الفقريات محدودة الاستجابة بالمقارنة مع حاسة الشم.

9- تعرف الفرمونات بأنها مركبات عضوية يطلقها الحيوان ، فتؤثر على فسلجة او سلوك فرد آخر من نفس النوع.

10- تنتشر مستلمات اللمس السطحية في الفقريات على جسم الحيوان وتتركز في مناطق محددة من سطح الجسم.

س2 أكمل ما يأتي:

(أ) تتحسس الاحياء وحيدة الخلية المنبهات الاتية:

....

....

....

....

(ب) تمتلك اليوغلينا تراكيب خاصة تتعامل مع الضوء حيث تمتلك بقعة حمراء حساسة للضوء تسمى .... ، اضافة لوجود جسم مستلم للضوء وكلاهما يقعان في .... ويعملان على ....

(جـ) تستجيب النباتات للمنبهات من خلال عمليات الانتحاء والتي تتضمن:

....

....

....

(د) تنقسم الخلايا العصبية الى:

....

....

....

(هـ) تتمثل الية انتقال الايعاز العصبي بالاتي:

....

....

....

(و) يتميز الجهاز العصبي في الفقريات الى المكونات الاتية:

....

....

....

(ز) تصنف المستلمات الحسية تبعاً لاماكن وجودها الى:

....

....

....

(ح) تعد المستلمات الضوئية هامة في اللافقريات لاهميتها في:

....

....

....

....

س3 عرف ما يأتي :

(أ) سايتوكاينين

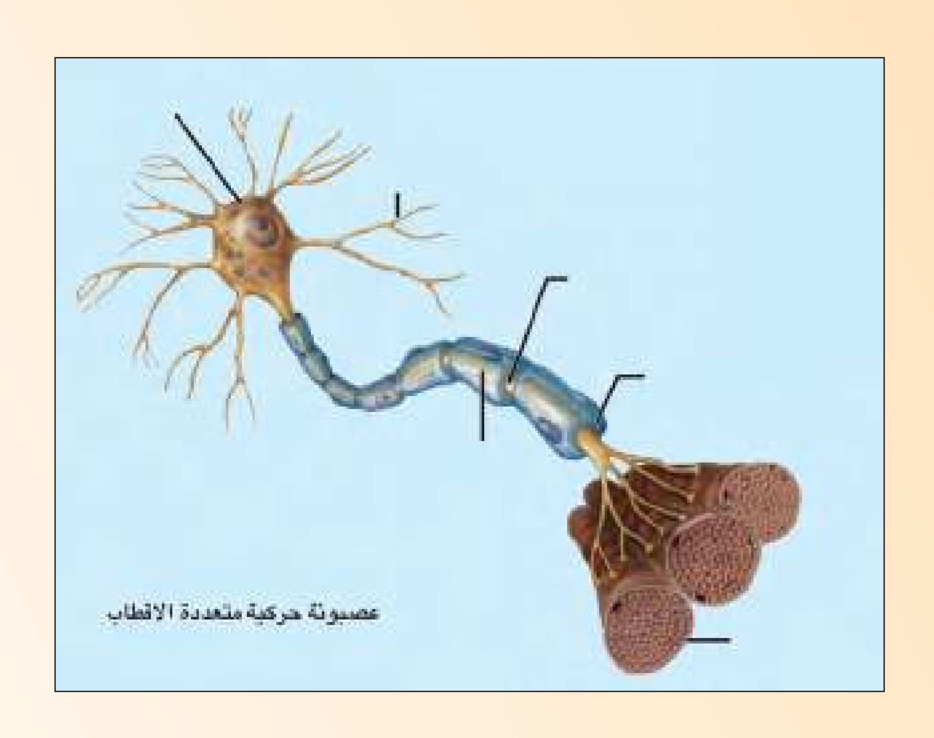
(ب) حامض الابسيسك

(جـ) الخلية الدبقية

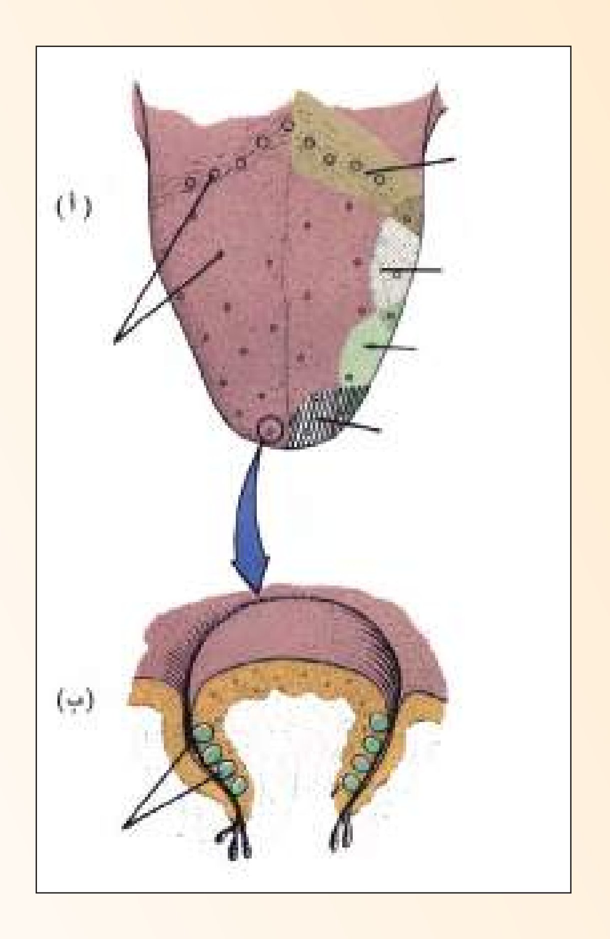
(د) حاسة الذوق

س4 اكمل تأشيرات الاشكال التالية:

(أ) الخلية العصبية الحركية متعددة الاقطاب.



(ب) مستلمات التذوق في الانسان.





الهورمونات والغدد

(Hormones & Glands)

المحتويات

1-7	مقدمة
2-7	الهورمونات النباتية
3-7	الهورمونات الحيوانية والبشرية
4-7	الغدد والتنظيم الهورموني
	أسئلة الفصل

النواتج التعليمية

يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرف تركيب الهورمونات وتصنيفها وطرق تنظيمها.
2. يميز العلاقة بين بعض الهورمونات والجينات.
3. يستنتج بعض التطبيقات الواعدة للهورمونات.
4. يفهم ما المقصود بالتغذية الاسترجاعية ويعطي مثالاً عن ذلك.
5. يعدد انواع الغدد الصم ويتعرف على موقعها في جسم الإنسان.
6. يرسم بعض الأعضاء التي تقوم بأفراز هورمونات معينة على الرغم من قيامها بوظائف أخرى.



الهورمونات والغدد (Hormones & Glands)

7-1. مقدمة

تمتلك الخلايا شبكة واسعة من انظمة السيطرة والتي تُنظم بالنشاط الكيميائي، وان هذه الانظمة تكون قابلة للتحور بأستمرار وذلك بتأثير عوامل خارجية أو داخلية لكي تتلائم مع تأثير معين.

يعتبر الجهاز العصبي (Nervous System) والغدد الصم (Endocrine Glands) في الحيوانات بمثابة تراكيب مُنظِمة للسيطرة الاختيارية، حيث تقوم تلك الغدد الصم وغيرها من الغدد والخلايا في اعضاء معينة بأفراز كمية قليلة من المواد المنظِمة أو المنشطة والتي يُطلق عليها أسم هورمونات. وتعتبر بمثابة رُسل كيميائية توجد داخل الجسم وتنتقل إلى الأعضاء الهدف.

تمتلك هذه الأعضاء مستقبلات متخصصة لنوع الهورمون المؤثر ضمن غشاء الخلية الخارجي، وذلك لتنسيق وظائفها من خلال أشتراكها مع الجهاز العصبي. أما بالنسبة للنباتات فعادة ما يتم بناء منظمات النمو في جزء معين من خلاياها. ثم تنتقل إلى موقع آخر منها، وهي تتفاعل آيضاً مع أنسجة الأعضاء الهدف لتعطي أستجابات وظيفية كالنمو أو نضج الثمار، أو الأيض الخلوي، وغالبا ما تكون كل أستجابة نتيجة تأثير هورمونين أو أكثر تعمل بصورة تضامنية.

2-7. الهورمونات النباتية (Plant Hormones):

من الحقائق العلمية ان جميع الفعاليات الفسلجية في النباتات تتحكم بها مركبات كيميائية تسمى الهورمونات (Hormones) وهذه الكلمة حصراً تطلق على المركبات التي تتكون بصورة طبيعية في النباتات وليس التي يتم تصنيعها، وهي عبارة عن جزيئات تحمل أشارة (هورمون) معينة وتخلق في خلايا متخصصة وتنتقل إلى خلايا أخرى تحتوي على مستقبلات لهذه الاشارات.

وعند ذلك يحدث تأثير الهورمون إذ يسبب استجابات وظيفية، كالنمو أو نضج الثمار وغالباً ما تكون كل استجابة نتيجة تأثير هورمون أو عدة هورمونات تعمل معاً لتوجيه عمليات النمو والتطور متأثرة بالتغيرات الموسمية مثل طول النهار والحرارة وعوامل مختلفة اخرى. ولمعرفة الفرق بين النمو (Growth) والتكوين (Development) فالنمو هو الزيادة في عدد ومساحة وحجم الخلايا، اما التكوين فهو نشوء التخصص لاجزاء الكائن المختلفة.

تختلف الهورمونات النباتية عن الهورمونات الحيوانية كونها تفرز من خلايا وليس من غدد وتقع هذه الخلايا في مناطق بعيدة عن منطقة تأثيرها لذا يصعب تحديد موقع تصنيع الهورمون في النبات والمنطقة التي يؤثر فيها.

والهورمون النباتي يحدث تأثيرات عديدة على النسيج الذي يؤثر عليه لذلك يطلق عليها التسميات الآتية:

1. الهورمونات النباتية (Phytohormones or Plant Hormones): وهي تتكون بصوره طبيعية في النبات.

2. منظمات النمو (Plant Growth Regulators): وهي تتكون بصورة طبيعية أو صناعية وتكون مشابهة أو مضادة لفعل الهورمونات.

3. مثبطات النمو (Growth Inhibitors): وتنتج بصورة طبيعية في النباتات فهي تنظم نمط النمو وتؤثر على القمة النامية.

4. معيقات النمو (Growth Retardants): وهي مركبات مصنعة تسبب تأثيراً معاكساً مثلاً لتأثير الجبرلين.

ومن أهم الهورمونات النباتية (Phytohormones) مايأتي:

1- الجبرلينات Gibberellins:

أُكتشفت عام 1920م من قبل الباحث الياباني كوروسوا Kurosswa عندما لاحظ بأن سيقان واوراق نبات الإرز المصابة بمرض (البادرة الحمقاء) المتسبب عن فطر *Gibberella fujikuroi*، تنمو بدرجة كبيرة

وشاذة وعند تنمية الفطر في وسط غذائي ملائم وترشيح الهورمون من الفطر ومعاملة نبات الارز الخالي من المرض بهذا الهورمون ظهرت نفس الأعراض التي يسببها الفطر على النبات ويعني ذلك بأن الفطر يفرز مادة معينة في النبات أو الوسط الغذائي الذي ينمو عليه وهذه المادة تعمل على استطالة الساق والأوراق وسميت بالجبرلين أ (Gibberellin A).

أن موضع تصنيع الجبرلين هو الانسجة الحديثة للمجموعة الخضرية كأن تكون براعماً أو أوراق وكذلك البذور أثناء مرحلة نموها ويتم انتقال الجبرلين عادة في انسجة الخشب واللحاء.

الجبرلينات:

- يتم انتاجها في جميع اجزاء النبات، خصوصاً في البذور غير الناضجة.

تأثيرات الجبرلين:

أ استطالة الساق في النباتات القزمة، وجد أنه يسبب إستطالة في سيقان النباتات المعاملة فمثلاً عند معاملة نبات اللهانة (ساق متقزم) بالجبرلين تحدث استطالة كبيرة جداً للساق (شكل 7-1)، أو أن بعض النباتات تعاني من تقزم وراثي (طفرة) فعند معاملتها بالجبرلين يسبب لها استطالة وتصبح مشابهة للنبات الطبيعي.

ب تحفز استطالة أعناق الأزهار.

جـ إستحثاث تكوين الأزهار المذكرة في بعض النباتات.

هـ إستحثاث نمو وعقد الثمار.

د إستحثاث إنبات البذور خصوصاً تلك التي تحتاج إلى برودة أو إضاءة.



شكل (7-1) تاثير الجبرلين على نمو نبات اللهانة. النباتات الطويلة الى يمين الصورة معاملة بالجبرلين النباتات القزمة الى يسار الصورة غير معاملة بالجبرلين.

2- الاوكسينات (Auxins):

وهي أول الهورمونات النباتية المكتشفة ومصطلح Auxins مشتق من اللاتينية ويعني (النمو)، حيث لاحظ داروين سنه 1870م بأن اغماد حشيش الكناري تظهر خاصية الإنتحاء الضوئي (النمو نحو جهه الضوء) ولايحدث ذلك اذا تم تغطية قمتها. لقد توقع داروين بوجود بعض المحفزات التي تنتقل من القمة إلى منطقة النمو وتظهر تأثيراً خاصاً على النمو.

ولقد ذكر بيل (Peal) عام 1919م بأن إزالة غمد رويشة الشوفان في الظلام يوقف النمو وعند إرجاعه لمكانه فان إستطالة الخلايا تعود إلى وضعها الاعتيادي وعند إرجاع طرف غمد الرويشة ووضعه على جهة واحدة فيحدث انحناء بتلك الجهة.

ويعد وينت (Went) المكتشف الحقيقي للأوكسين، وبدأ دراسته على رويشة الشوفان عام 1928م إذ قطع طرف غمد الرويشة ووضعها في الظلام على مكعب صغير من الجيلاتين وبعدها وضع المكعب على جهة واحدة من غمد الرويشة فلاحظ بأن هذه الجهة نمت بصورة أسرع من الجهة الأخرى وحدث الانتحاء إلى الجهة غير الحاوية على مكعب الجيلاتين واطلق وينت على المادة المحفزة إسم الأوكسين.

ويتم تصنيع الأوكسينات بصورة رئيسية في منشآت الأوراق والأوراق الحديثة والبذور اثناء مرحلة تكوينها ويتم إنتقال الأوكسين من خلية إلى آخرى ثم إلى الجذور عن طريق اللحاء.

الاوكسينات:

- يتم انتاجها في الاجزاء النامية من النبات.
- لها دور فعال في الانتحاء.

3- **السايتوكاينينات** (Cytokinins):

تم اكتشاف السايتوكنينات خلال العقدين الأولين من القرن العشرين من قِبل هابرلاندت (Haberlandt) خلال دراسته أجنّة النباتات والأنسجة الحديثة حيث تبيّن له أن هنالك عامل إنتشار له علاقة كبيرة بتشجيع إنقسام الخلايا البرنكيمية لدرنات البطاطا وذلك لتحويلها إلى الحالة المرستيمية (المولدة) أي إمكانية حدوث الإنقسام الخلوي.

لقد إستمرّت التجارب من قِبل باحثين آخرين وتم معرفة السايتوكاينين في الخمسينيات من القرن العشرين كأحد الهورمونات النباتية التي لها دور في إنقسام الخلايا وتخصصها وكذلك دوره في السيادة القمية والشيخوخة. إن موضع تصنيع السايتوكاينين يكون في نهايات الجذور والبذور النامية ويتم إنتقاله إلى المجموع الخضري خلال الخشب.

السايتوكاينينات:

- تنتج في الجذور والثمار والبذور النامية .
- ان نسبة السايتوكاينين الى الاوكسين مهمة في تكوين الجذور

وللسايتوكاينينات دور مهم في التأثير على النبات ومن بين هذه التأثيرات مايلي:

إنقسام الخلايا، التحفيز على نشوء المجموعة الخضرية، التقليل من السيادة القمية مما يشجع على نمو البراعم الجانبية، تأخير الشيخوخة للأوراق كما يساعد على تكوين البلاستيدات الخضر.

4- حامض الأبسيسك (ABA) (Abscisic Acid):

أظهرت الدراسات حول تساقط الأوراق وسبات البراعم أو الجذور على وجود هورمون يعمل على تثبيط نمو النبات وقد وجد في ثمار وأوراق القطن عام 1965م وسمي بحامض الأبسيسك.

من المعتقد بأن الأوراق الخضر الناضجة والفواكه الناضجة هي مواضع تصنيعه ويعتقد ايضاً بأنه يبطل عمل هورمونات النمو (كالجبرلين) إذ يثبط بناؤها. وينتقل من الأوراق إلى قمة الساق خلال اللحاء وينتقل إلى الجذور كذلك خلال اللحاء ثم يرجع إلى الاجزاء الخضرية خلال الخشب. ويمكن ايجاز تأثيرات حامض ABA في النبات بالآتي:

- يعمل على غلق الثغور (أن نقص الماء يسبب زيادة حامض ABA وبالتالي يساعده على غلق الثغور).
- يساعد على ديمومة وظهور السبات في الجذور والبراعم.
- يساعد في الإسراع بسقوط الأعضاء النباتية.
- له علاقة مع الجبرلين في تصنيع إنزيم الفا أميليز (Alpha amylase). في الحبوب عند بدء الإنبات.

5- الأثيلين (Ethylene):

يعد الأثيلين هورمون مثبط للنمو وهو الهورمون الوحيد الذي يوجد بشكل غاز وهذه تعتبر ميزة له إذ تسهل حركته والإنتقال خلال الخلايا الحية إلى موقع التأثير، حيث لوحظ بأن الثمار الناضجة تحرر مادة متطايرة هي الأثيلين والتي تُسرِّع من نضوج الثمار القريبة منها.

ومن المعتقد بأن تصنيع الأثيلين يحدث عند تعرض النبات للإجهاد

وعند الشيخوخة وينتقل عن طريق الإنتشار إلى المناطق الاخرى من النبات ومن تأثيراته هو التخلص من السبات، كما يشجع على نضج الثمار ويعمل على تساقط الأوراق والأزهار.

7-2-1. بعض التطبيقات المعروفة للهورمونات النباتية:

أ- إنفصال وسقوط الأوراق والثمار:

عندما تتقدم الأوراق في العمر تنضج الثمار فأن الأوراق تبدأ بالانفصال والسقوط وهذه العملية تعتمد على خلايا معينة (طبقة الانفصال Abscission layer) وتكون موجودة في قاعدة سويق الورقة. تبدأ في هذه الخلايا الانقسامات الخلوية عند التقدم في العمر للأوراق والثمار وبعدها تبدأ الصفيحة الوسطى والتي تعمل على تماسك الخلايا مع بعضها بالتحلل فتنفصل الخلايا عن بعضها مما يجعل الثمرة أو الورقة محمولة بوساطة الحزم الوعائية فقط والتي تنكسر بفعل الرياح. يمكن تثبيط هذه العملية بوساطة الأوكسين فطبقة الإنفصال لاتتكون في الخلايا حديثة النمو للأوراق لأنها تفرز كميات من الأوكسين في حين تتكون منطقة الإنفصال عندما يقل الأوكسين أو يتوقف.

ولكن عملياً عند تزويد النبات بتركيز عالٍ من الاوكسين سنلاحظ بأن ذلك يشجع الانفصال وهذا الفعل المعاكس يرجع إلى تكون الأثيلين نتيجة زيادة الأوكسين لذلك تستعمل رشّات مركزة من الأوكسين لغرض خف المحاصيل (سقوط الثمار) كي تصبح الثمار المتبقية أكبر حجماً لغرض التسويق.

ب- سيطرة الهورمونات على عمليات الاستطالة:

* أن ظاهرة الانتحاء الضوئي في رويشات البادرات مثال على السيطرة الهورمونية للإستطالة فالضوء يعمل على تمركز هورمون النمو على الجانب المعتم للرويشة فعند أخذ قمم نامية لبادرات الفاصوليا والفجل وبأستخدام اندول حامض الخليك (IAA) معلم بكاربون (C14) مشع على قمم غير مفصولة للبادرات وجد أن الضوء يوجه النشاط الاشعاعي نحو الجانب المعتم اي ان الأوكسين (المعلم) أتجه نحو الجانب المعتم لذلك ينمو اكثر ويتجه إلى الضوء (شكل 7-2).

* تعمل الجاذبية بطريقة مماثلة فعندما توضع البادرات بصورة أفقية فأن الأوكسين القادم من القمة يتجه نحو الأسفل لذلك فالجانب السفلي للبادرة يستلم ضعفي أو ثلاثه أضعاف الأوكسين الذي يستلمه الجانب العلوي مسبباً نمو الجانب السفلي للبادرة اكثر من الجانب العلوي فينتحي الساق إلى الأعلى حتى يأخذ الوضع العمودي (شكل7-3).

7-3. الهورمونات الحيوانية والبشرية:

يعتبر العالمان ستارلنك (Starling) وبايلس (Bayliss) أول من أستخدم مصطلح هورمون عام 1905م وذلك للإشارة إلى السكرتين (Secretin) وهو هورمون يُفرز من الغشاء المبطن للأثني عشر إستجابة لمحتويات المعدة الحامضية ولتحفيز إفراز عصارة البنكرياس.

لقد تم اشتقاق مصطلح هورمون من الكلمة الاغريقية أورمون (Ormon) والتي تعني المحفز أو المنشط، حيث يعمل بعد ارتباطه لاحقاً على تغيير نشاط الخلية من خلال تأثيره في عملية التعبير الجيني (Gene expression) التي يتم من خلالها بناء البروتين.

7-3-1. تركيب الهورمون:

لكل هورمون تركيب كيميائي خاص وهذا التركيب يعكس عمل ذلك الهورمون، حيث يتيح له فرصة الارتباط مع الخلايا في العضو الهدف.

وعندما تصل الهورمونات إلى هذه الخلايا يتأثر معدل وظائفها الحيوية بالزيادة أو النقصان. لذلك تختلف الهورمونات عن الإنزيمات وذلك لأنها لا تبدأ التفاعل بل تكتفي بتنظيمه فقط. كما تختلف الهورمونات عن الفيتامينات، حيث إن أغلب الهورمونات تتكون في الجسم بصورة ذاتية، بينما معظم الفيتامينات يحصل عليها الجسم من المحيط من خلال عملية التغذية، كما ان للهورمونات دوراً في تكوين الطاقة.

7-3-2. تصنيف الهورمونات:

تصنف الهورمونات إلى نوعين رئيسين وهما:

1- الهورمونات الستيرويدية:

وتشمل هورمونات قشرة الغدة الكظرية والهورمونات الجنسية



شكل (7-2) تأثير الاوكسين على التجذير. نبات الكاردينيا الى اليسار يظهر وفرة في التجذير وذلك بعد مرور شهر من المعاملة لقاعدة العقلة، بينما النبات الى اليمين غير المعامل بالاوكسين يظهر تأخر في عملية التجذير.



شكل (7-3) اختبار لبادرات نبات زهرة الشمس يوضح استجابة القمم النامية للجاذبية، لقد أجبرت البادرات على النمو في الظلام لمدة خمسة ايام، بعد ذلك تم وضع الاصيص الذي يحتوي على البادرات بصورة جانبية، فلوحظ بأن آلية الحس الجذبي تتسبب في انعطاف السيقان الى الاعلى.

الذكرية (الأندروجينات) والانثوية (الأستروجينات والبروجستيرون) ويعتبر هذا النوع من مشتقات الدهون (Lipids).

2- الهورمونات التي تتركب من حوامض أمينية:

أ هورمونات لا يتعدى تركيبها سلسلة قصيرة من الاحماض الأمينية الببتيدية Peptides، مثل الهورمونات المحررة من تحت المهاد المحفزة والمثبطة وهورمونات المعدة والامعاء والثايروكسين وغيرها.

ب هورمونات بروتينية كاربوهيدراتية (كلايكوبروتينية): مثل الهورمون اللوتيني والهورمون المحفز للجريب والهورمون المحفز للدرقية.

جـ هورمونات بروتينية بسيطة: مثل هورمون الحليب والهورمون المحفز لقشرة الكظر وهورمون النمو والأنسولين وغيرها.

7-3-3. طرائق تنظيم تكوين وافراز الهورمونات:

سنتطرق إلى ذكر ثلاث منها:

1. التنظيم الخلطي (Humoral Regulation):

ويقصد بذلك أختلاف مستويات تركيز المادة المنتجة، فمثلاً يؤدي إرتفاع مستوى سكر العنب في الدم إلى إفراز الأنسولين. أما في حالة أنخفاض مستوى سكر العنب عن الحالة الطبيعية فيؤدي إلى إفراز هورمون الكلوكاكون Glucagon الذي يسبب إنطلاق السكر من الكبد ليرفع مستوى السكر في الدم.

2. التنظيم العصبي (Neural Regulation):

ويتم عن طريق الأعصاب المجهزة للغدد التي تسيطر على تنظيم إفراز الهورمونات فيها ومثال ذلك ما يحدث من تأثير للضوء على وظائف التناسل في بعض الحيوانات. فقصر النهار في فصل الشتاء مثلاً يؤدي إلى إفراز هورمون الميلاتونين الذي يثبط بدوره إفراز الهورمون المحفز للجريب FSH والهورمون اللوتيني LH من الغدة النخامية ويعمل الأخير على تثبيط الإباضة عند وجوده بصورة منخفضة.

3. التنظيم الوراثي (Genetic Regulation):

للتركيب الوراثي تأثيراً مهماً على مستوى الهورمونات المختلفة وإفرازاتها. فمثلاً مستوى هورمون النمو في دم بعض الحيوانات من الانواع الكبيرة الحجم اكثر منه مما في الأنواع الصغيرة الحجم.

4-3-7. طرائق دراسة الهورمونات:

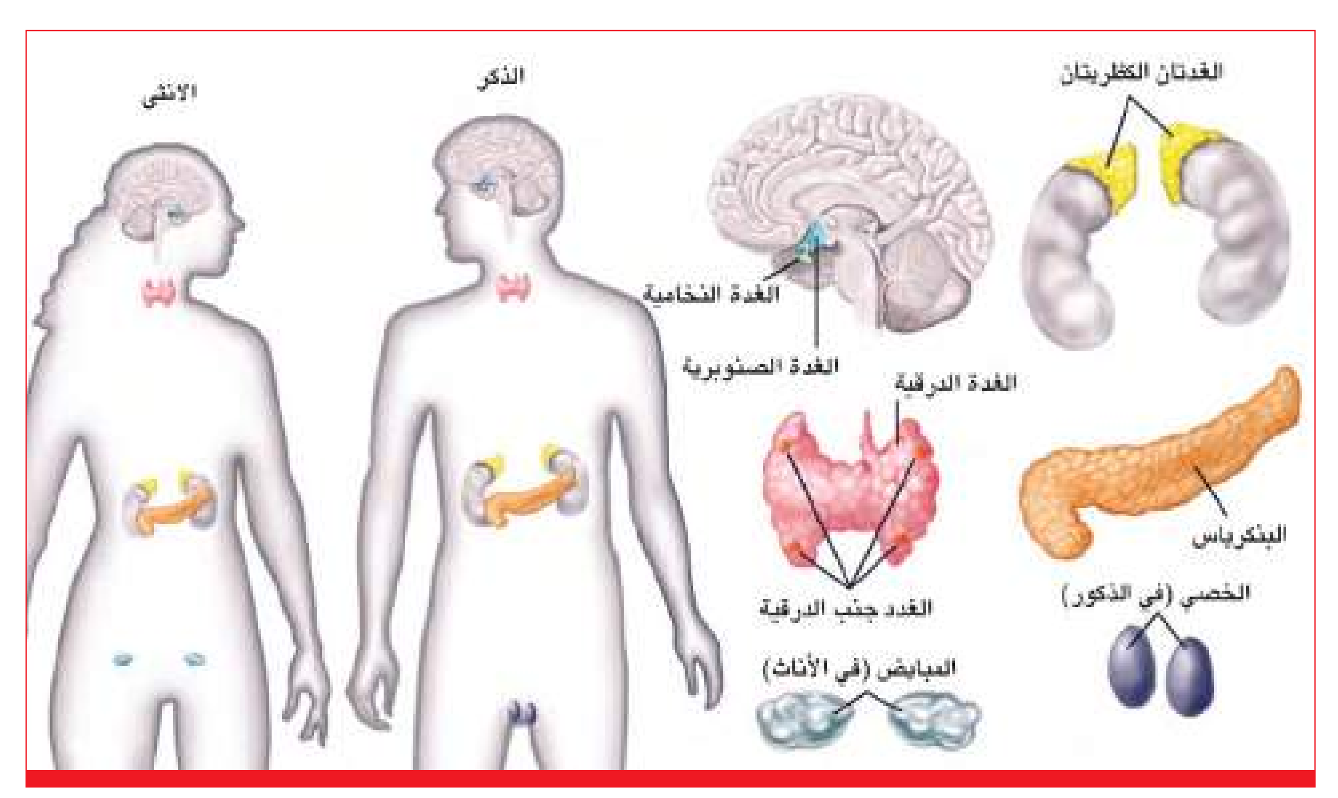
1 الطريقة السريعة التي تتم بأستخلاص مادة الغدة أو العضو ودراسة تأثير هذه العصارة بعد تنقيتها وحقنها في بعض الحيوانات المختبرية.

2 طريقة إستئصال الغدة أو العضو جراحياً، ثم دراسة التغيرات والصفات التي تطرأ على الحيوان.

3 طريقة زراعة الغدة أو العضو المستأصل سابقاً ثم متابعة عودة الصفات التي فُقدت نتيجة عملية الإستئصال.

4-7. الغدد والتنظيم الهورموني:

تقع مهمة تنسيق خلايا الجسم المختلفة على عاتق الغدد الصم المنتشرة في اعضاء معينة من الجسم (الشكل 7-4). والتي لها دور رئيسي في تنظيم وظائف النمو والتكاثر بالاضافة إلى اهميتها في المحافظة على صحة الجسم.



شكل (7-4) يبين مواقع الغدد الصم في جسم الإنسان.

يتكون مصطلح الغدد الصم Endocrine من جزئين الأول هو Endon ويعني الداخلي والثاني هو Krinen ويعني تفرز secrete لذلك سميت الغدد الصم بالغدد ذات الافراز الداخلي المتميزة بعدم امتلاكها قنوات لنقل افرازاتها اي انها تطرح محتوياتها من الهورمونات بصوره مباشرة في جهاز الدوران.

7-4-1 بعض خواص الغدد الصم:

1- تحت المهاد (Hypothalamus):

يقع هذا التركيب في منطقة الدماغ المتوسط (Diencephalo) أي في الجزء الخلفي من مقدمة المخ. يحتوي هذا التركيب على خلايا متخصصة لها القابلية على افراز العديد من الهورمونات المحررة (Releasing Hormones) التي لها دور فعال في السيطرة على عمل هورمونات الغدة النخامية. وكذلك في تنظيم بعض العمليات الحيوية في الجسم. ومن المعتقد قيامه أيضاً بأطلاق هورمونات مثبطة لكل من هورمونات الغدة النخامية.



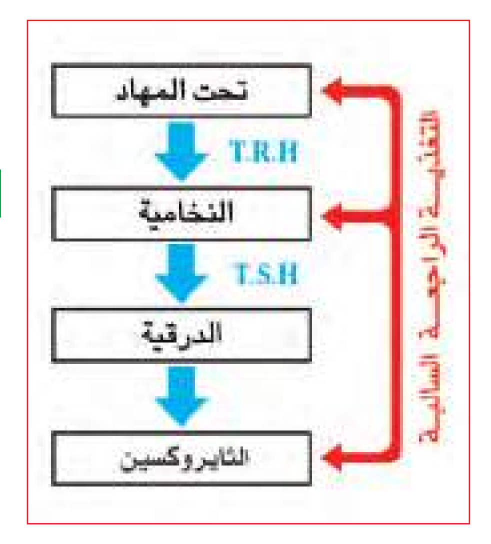
العالم بينادرو هوسي فسيولوجي أرجنتيني حصل على جائزة نوبل في الفسلجة والطب عام 1947م. لقد بحث في عمل الغدة النخامية وبين بأنها تسيطر على مدى واسع من الوظائف الفسلجية.

2- الغدة النخامية (Pituitary gland):

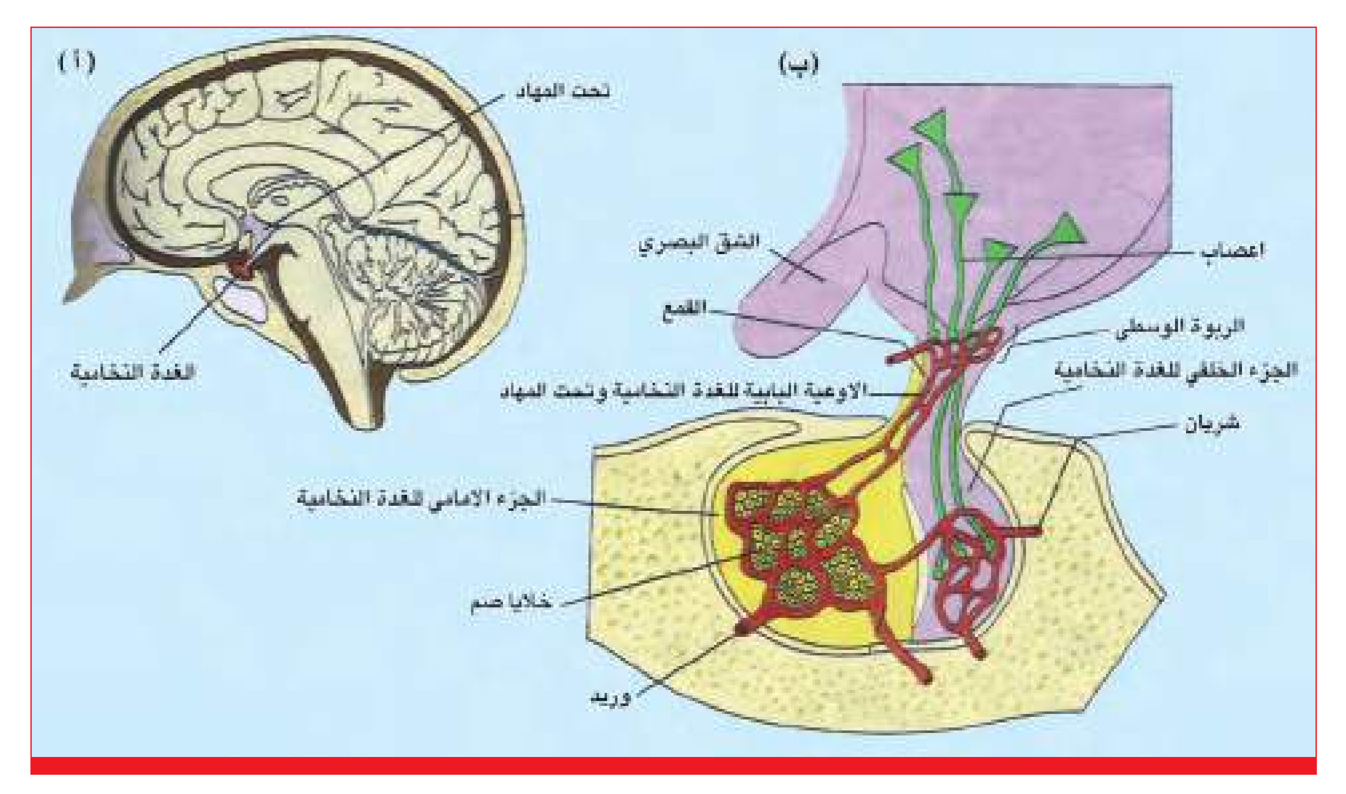
وتقع في انخفاض عظمي على قاعدة الدماغ وتتألف من جزئين متميزين (الشكل 7-5) وهما :

أ الجزء النخامي العصبي: وتشمل الفص الخلفي من الغدة والذي يقوم بخزن هورمونين تقوم بتصنيعهما خلايا عصبية دماغية مجاورة للغدة (الجدول 7-1).

ب الجزء النخامي الغدي: ويشمل الفص الامامي والوسطي أذ يعمل هذا الجزء على الاحاطة بالجزء العصبي من الغدة. يفرز الفص الامامي لهذه الغدة سبعة هورمونات منها على سبيل المثال هورمون محفز الدرقية (Thyroid Stimulating Hormon) (TSH) والــذي يتحرر بدوره من قبل الهورمون المحرر للدرقية (TRH) (Thyroid Releasing Hormone) الذي تفرزه خلايا متخصصه تقع تحت المهاد (الهيبوثالامس) يعمل الـ (TSH) على تحفيز الغدة الدرقية لتكوين وافراز هورموناتها من الثايروكسين الذي يعمل على تنظيم نمو وتخصص خلايا الجسم. كذلك فأن الزيادة في هورمون النمو خلال مرحلة الطفولة قد يؤدي الى الحصول على فرد ضخم أو عملاقي (Gigantic).



عندما يصل الثايروكسين الى مستوى محدد يحصل تنبيه للهايبوثالامس (تحت المهاد) ولهذا تتوقف الغدة عن انتاج الثايروكسين.



شكل (7-5). (أ) علاقة الغدة النخامية بالدماغ وتحت المهاد، (ب) اتصال الاعصاب والاوعية بين تحت المهاد والغدة النخامية. لاحظ ان بعض اعصاب تحت المهاد تتجه الى اسفل القمع لتنتهي في الجزء الخلفي للغدة النخامية بينما تنتهي الاخرى في الربوة الوسطى.

3- الغدة الدرقية: (Thyroid gland):

تقع هذه الغدة تحت الحنجرة وتكون اكبر من الغدة النخامية وتحتوي على فصين يغطيان السطح البطني العلوي للقصبة الهوائية. يعمل الهورمون الذي تفرزه الغدة النخامية والمسمى TSH على تحفيز الغدة لتكوين هورمون الثايرونين ثلاثي اليود (T3) Triiodothyronine وهورمون الثايروكسين Tetraiodothyronine (T4). ينظم مستوى هذه الهورمونات بوساطة الية التغذية الاسترجاعية، حيث يؤدي نقص (T4) في الدم إلى انطلاق الهورمونات المحررة من تحت المهاد والتي تحث الغدة النخامية لأفراز TSH الذي يحفز بدوره الغدة الدرقية على افراز الثايروكسين في الدم وبالعكس في حالة زيادته، حيث تبدأ الدورة من جديد، وذلك لكي تستديم عملية سيطرة التوازن الداخلي لأيض الجسم . لقد اشارت الدراسات الحديثة بأن انتشار الاختلالات في وظيفة هذه الغدة كان كبيرا في الفئة العمرية بين 30-50 سنة. وعادة تكون الاصابة في الاناث اكثر من الذكور وان حدوث اغلب هذه الاختلالات ناتج عن طفرات وراثية في جينات معينة. ومن هذه الاختلالات مايأتي:

أ تضخم الغدة غير السام (Thyroid non Toxic Goiter): ويعرف (بالدراق) وتنتج هذه الحالة من قلة نشاط الغدة بسبب نقصان اليود في الطعام. حيث ان لهذه الغدة القابلية على التقاط أيون اليود من بلازما

الدم وان فشل الغدة الدرقية في النمو الاعتيادي عند مرحلة الطفولة قد يؤدي الى ظهور القماءة (Cretinism) والتي تتميز بجسم ممتلئ وقصير وكذلك بتخلف عقلي..

ب فرط نشاط الغدة الدرقية (Thyroid toxic goiter): ويعرف ايضا بتسمم الدرقية Hyperthyroidism ومن اعراضها هو حدوث زيادة في فعالية الغدة الدرقية نتيجة لأرتفاع TSH و T3. وتعتبر حالة جحوظ العينين المسماة Exophthalmic goiterمثال على ذلك.

جـ قصور الغدة الدرقية (Hypothyroidism): ومن اعراضها حدوث نقص في مستوى هورمون T4. وظهور حالة مرضية تصيب الجلد تعرف بالخَزَب المخاطي (Myxedema) حيث ينتفخ الوجه وجفن العين والشفتان.



رجل عملاق مقارنة بزميله



حالة تضخم الغدة الدرقية (الدراق)

4 – الغدد جنب الدرقية (Parathyroid Gland):

وهي عبارة عن اربعة عناقيد من الخلايا تشكل زوجين من الغدد التي تقع على الجزء الامامي من الرقبة وتعتبر اصغر الغدد في الجسم. تفرز هذه الغدد هورمونين يقومان بتنظيم الكالسيوم في الجسم (جدول 7–1).

5– الغدة الصنوبرية (Pineal Gland):

تعتبر بمثابة المحول الذي يتوسط بين الغدد الصم والجهاز العصبي اذ تحول الايعاز العصبي إلى افراز غدي . تقع هذه الغدة بين فصي المخ في الثديات (شكل 7–4).

تفرز هذه الغدة هورموناً له دور في تنظيم عمل بعض الهورمونات الجنسية قبل البلوغ ويطلق على هذا الهورمون اسم الميلاتونين (Melatonin).

فكر

هل تعتقد إن لظهور الغدة الدرقية علاقة بتطور الانواع ؟

جدول (7-1) الغدد الصم وبعض افرازاتها الرئيسية من الهورمونات ووظيفة كل منها (للحفظ).

الغدة	الهورمون	الوظيفة
1. تحت المهاد	هورمونات محرره أو مثبطة.	تسبب افراز أو تثبيط الهورمونات النخامية ذات العلاقة
2. النخامية	1- الهرمون المحفز لقشرة الكظر	يحفز تصنيع وتحرير هورمونات قشرة الكظرية
	2- الهورمون المحفز للنمو	يحفز نمو الانسجة والغضاريف والعظام
	3- الهورمون المحفز للجريب	يحفز تكوين البويضات ويحفز نشأة النطف
	4- الهورمون اللوتيني	يحفز افراز الهورمونات الستيرويدية في الخصية والمبيض وكذلك عملية الاباضة
	5- هورمون الحليب (البرولاكتين)	يحفز انتاج الحليب
	6- الهورمون المحفز للدرقية	يحفز تصنيع وتحرير هورمونات الغدة الدرقية
	7- الهورمون المحفز للخلية الميلانية	يحور صبغات الجلد
	8- الهورمون المعجل للولادة	يحفز تقلصات الرحم وكذلك يحفز عملية نزول الحليب
	9- الهورمون المانع للتبول	يعجل من امتصاص الماء في الكلية
3- الدرقية	الثايروكسين	يؤثر في معدل ايض الجسم
	الثايرونين ثلاثي اليود.	يؤثر في معدل ايض الجسم
4. جنب الدرقية	الكالسيتونين	يقلل مستوى الكالسيوم في الدم
	باراثورمون	يزيد مستوى الكالسيوم في الدم

ملاحظة: الهورمونات من 1-7 تقع في الجزء النخامي الغدي، الهورمونان 8 و 9 يقعان في الجزء النخامي العصبي

6- الغدة الصعترية (Thymus Gland):

وتقع خلف عظم القص وتفرز هورمون الثايموسين الذي له علاقة بتكوين الاجسام المضادة اي ان للغدة تأثيراً مهماً في تكوين مناعة الجسم عند الطفولة.

7- غدة البنكرياس:

وتتكون من جزء داخلي الافراز يتمثل بجزيرات لنكرهانز وجزء خارجي الافراز، اذ ان الخلايا الافرازية تصب محتوياتها في الامعاء عن طريق قناة البنكرياس. تفرز هذه الغدة هورمونين مهمين في الجسم هما الانسولين والكلوكاكون (الجدول 7-2).

فكر

ما اسم المرض الناتج من مقاومة خلايا الهدف لهورمون الانسولين على الرغم من وجود كمية كافية منه في دم بعض الافراد. هل تعتقد بأن لهذه المقاومة اساس وراثي ؟ ابحث في المصادر او شبكة الانترنيت عن اعراض هذا المرض (Diabetes) وبعض الاساليب التي يتخذها المريض في التخفيف من شدتها.

جدول (2-7) : الغدد المتنوعة ووظيفة كل من هورموناتها ... (للحفظ)

الغدة	الهورمون	الوظيفة
1. البنكرياس	الانسولين	ويعمل على خفض مستوى الكلوكوز في الدم
	الكلوكاكون	يزيد من مستوى الكلوكوز في الدم
2. الكظر	كورتيزول	يحفز تصنيع الكاربوهيدرات
	كورتيكوستيرون	مضاد للحساسية والالتهابات
	الدوستيرون	يحفز فقد البوتاسيوم والاحتفاظ بالصوديوم
	ابينفرين	يرفع ضغط الدم ويحول الكلايكوجين ويرفع من معدل ضربات القلب
3. المبيض	بروجستيرون	لهما دور في تنظيم آلية التغذية الاسترجاعية بين النخامية وتحت المهاد وتأثيرات في وظيفة الجهاز التناسلي الانثوي
	استروجين	
4. الخصية	الشحمون الخصوي	يحفز ويديم الصفات الجنسية الذكرية الثانوية ويحفز نشأة النطف.

نشاط

احصل على معلومات حول كيفية استخدام الهورمون المشع (3H) في التجارب العلمية.

نشاط

ابحث عن ظهور علامات الذكور عند بعض الاناث البالغات.
هل تعتقد بأن لهورمونات الغدة الكظرية علاقة بذلك. اعرض نتائج تجربتك على مدرسك وزملائك.

8- الغدتان الكظريتان (Adrenal Glands):

وتقعان فوق الكليتين في الانسان وتقسم كل منهما في الثدييات إلى جزئين متميزين يختلفان من ناحية المنشأ الجنيني والتركيب النسيجي والوظيفة وهما جزء داخلي وهو اللب Medulla وجزء خارجي وهي القشرة. يعمل اللب والقشرة على مساعدة الجسم في التكيف للتغيرات المفاجئة التي تحدث في البيئة ، كما ينشط الاجهاد افراز هذه الغدة لهورمونات معينة. يمكن التعرف على اسماء اربعة من هذه الهورمونات ووظيفة كل منهما في (الجدول7-2).

9- الغدد الجنسية (Gonads):

ويقصد بها المبايض (Ovaries) في الانثى والخصى (Testes) في الذكر (الشكل 7-4). وتفرز المبايض الهورمونات الجنسية الانثوية كالأستروجينات (Estrogens) والبروجستينات (Progestins) والهورمون المرخي (Relaxin) بينما تشمل الهورمونات الذكرية الاندروجينات كالشحمون الخصوي (Testosterone) وغيره من الهورمونات الاخرى (الجدول 7-2).

10- الخلايا التي تقوم بافراز هورمونات موضعية (Local Hormones):

توجد خلايا متخصصة في بعض اعضاء الجسم تنتج رسائل كيميائية تنظم الخلايا القريبة منها وبدون ان تنتقل في مجرى الدم ولهذا لا تعتبر هذه الخلايا ذات افراز داخلي. ان الرسائل الكيميائية بين هذه الخلايا تدعى غالباً بالموثينات أو البروستاكلاندينات (Prostaglandins)، كتلك المنتجة من قبل الرحم. كذلك الهورمونات الموضعية في الدماغ والتي تساعد في تخفيف آلام الدماغ او التخلص منها بصورة تامة بالاضافة الى أنواع أخرى تنتج من قبل مخاطية الجزء البوابي للمعدة ومخاطية الاثني عشر ومخاطية الامعاء الدقيقة والتي تساعد في انجاز عملية هضم الطعام (الجدول 7-3).

جدول (7-3) الغدد المعدية المعوية ووظيفة كل من هورموناتها (للاطلاع).

الجزء الفارز للغدة الصماء	الهورمون	الوظيفة الرئيسية
1. مخاطية الجزء البوابي للمعدة	المعدين	يحفز زيادة افراز حامض HCL والببسين ويسرع من حركة المعدة
2. مخاطية الاثني عشر	الانتروكاسترون	يثبط حركة المعدة وافرازاتها
	الافرازين	يساعد في الحصول على مستوى منخفض من الانزيم وتركيز مرتفع من البيكاربونات من خلال علاقته بالبنكرياس
	كولي سيستوكنين	يحفز افراز الصفراء كما يحفز البنكرياس لأفراز انزيماته.
3. مخاطية الامعاء الدقيقة	انتروكرنين	ينظم الافرازات المعوية
	ديوكرنين	يحفز افراز غدد معينة
	محرك الزغابات	يحث حركة الزغابات

تعريف ببعض المصطلحات التي وردت في الفصل (للإطلاع)

Abscisic Acid (ABA)	=	حامض الابسيسك : هورمون نباتي يساهم في تنظيم نمو البراعم وانبات البذور.
Auxin	=	اوكسين : هورمون نباتي ينظم نمو النباتات بصورة طولية.
Cytokinin	=	سايتوكاينين : هورمون نباتي ينشط الانقسام الخلوي
Ethephon	=	ايثيفون : مادة كيميائية صناعية تتفكك فتطلق غاز الاثيلين.
Ethylene	=	اثيلين : هورمون غازي تنتجه اجزاء متنوعة في النباتات.
Gibberellin	=	جبريلين : هورمون نباتي يفرز من زيادة نمو الساق بصورة طولية وايضاً له دور في عملية انبات البذور وتكوين الازهار.
Growth Regulator	=	منظم النمو : هورمون يحفز نمو النبات او يوقفه .
Hormone	=	هورمون : مادة كيميائية تؤثر بشكل خاص في نشاط خلايا معينة.
Naphthalene Acetic Acid	=	اوكسين صناعي يستخدم في تحفيز عملية تكوين الجذور.
Prostaglandin	=	بروستا كلاندين :هورمون يمتلك تأثيرات موضعية وتكون شديدة التأثير.
Tropism	=	انتحاء : حركة النبات بأتجاه محفز او بعيداً عنه في المحيط البيئي.

اسئلة الفصل السابع

س1 اجب عن مايأتي:

1. كيف تم اكتشاف الجبرلين ؟ اذكر اهم تأثيراته
2. اذكر نبذة مختصرة عن تاريخ اكتشاف الاوكسين واين يتم تصنيعه؟
3. اذكر اهم تأثيرات السايتوكاينين
4. عدد تأثيرات حامض الابسيسك
5. تكلم عن الاثيلين وتأثيراته
6. اشرح ميكانيكية سقوط الأوراق واي الهورمونات تؤثر فيها
7. وضح عمليات الاستطالة في النبات واي الهورمونات تؤثر في ذلك
8. لماذا يؤثر الهورمون في خلايا هدف معينة ؟
9. قارن بين آليات عمل الهورمونات الستيرويدية والهورمونات الببتيدية
10. ان انتاج غدة للهورمون الذي يسير في الدم ويثبط تحرير المزيد من الهورمون نفسه من الغدة المنتجة (اي وجود علاقة عكسية) يعرف بآلية التغذية الراجعة السلبية. اعطِ مثالاً على ذلك.
11. لماذا تعاني خلايا الشخص المصاب بداء السكر من النقص في الكلوكوز على الرغم من أن تركيزه في الدم اعلى من التركيز الطبيعي ؟

س2 اختر العبارة الصحيحة مما يأتي وضع دائرة حول الرقم الذي يمثل الصواب.

أ- لكي يتمكن الهورمون من العمل:

1. يجب ان يصل إلى خلية الهدف.
2. يجب ان يرتبط ببروتين مستقبل.
3. يجب ان تعبر رسالته غشاء الخلية.
4. جميع الحالات اعلاه.

ب- ان المادة التي تؤثر في انشطة الجينات في الخلية الهدف هي:

1. الهورمون الستيرويدي.
2. الهورمون الببتيدي.
3. هورمونات كاربوهيدراتية.

جـ- ان قطبية الهورمونات الببتيدية تمنعها من دخول الخلايا ولهذا السبب فانها:

1. تنقل هذه الهورمونات إلى الخلية عبر قنوات بروتينية.

2. ترسل هذه الهورمونات الرسائل من خارج الخلية.

3. لا تستطيع هذه الهورمونات الذوبان في جزيئات قطبية.

د- شخِّص اي من المركبات الاتية بالامكان ان تعد اشارات كيميائية لغدد صماء .

1. الستيرويدات

2. النواقل العصبية.

3. الببتيدات العصبية.

هـ . أي الاعضاء الآتية تحتوي على خلايا ذات وظيفة افرازية صماء :

1. الدماغ

2. المعدة

3. الامعاء الدقيقة

4. جميعها

و. ينشأ تضخم الغدة الدرقية من قلة :

1. الانسولين

2. اليود

3. ايونات الصوديوم

4. الهورمون المضاد للتبول.

ز. أي من التراكيب الآتية ينتج هورمونات اطلاق :

1. الغدة الدرقية.

2. تحت المهاد

3. الغدة النخامية

4. الغدة جنب الدرقية.

ح. لقد كان العلماء يعتقدون بان الغدة النخامية هي المركز التنظيمي لجهاز الغدد الصم. اما الآن فيعتقدون بأن تحت المهاد يقوم بهذا الدور. بين اي من العبارات الآتية لا يدعم الاستنتاج الحالي :

1. خلايا تحت المهاد تفرز الهورمونات.

2. الهورمونات التي ينتجها تحت المهاد تنبه أو تثبط تحرير هورمونات اخرى في الغدة النخامية

3. توجد أوعية دموية تصل تحت المهاد بالغدة النخامية

4. يمكن ان يرسل تحت المهاد اشارات عصبية إلى اجزاء اخرى من الدماغ.